

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

11-017704

(43)Date of publication of application : 22.01.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04M 3/00

H04Q 3/00

(21)Application number : 10-045844

(71)Applicant : NORTHERN TELECOM LTD

(22)Date of filing : 26.02.1998

(72)Inventor : CLARK TIMOTHY IAN JAMES  
WHITE ANTHONY RICHARD PHILLIP

(30)Priority

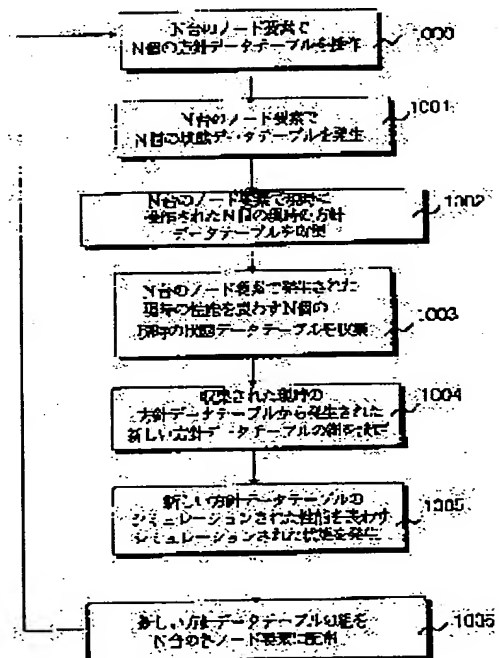
Priority number : 97 873497 Priority date : 16.06.1997 Priority country : US

## (54) REAL TIME CONTROL ARCHITECTURE FOR APPROVAL CONTROL IN COMMUNICATION NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for optimizing the performance of a communication network especially for the approval and control of communication data related to the communication network.

SOLUTION: The communication network composed of N pieces of node elements operates N pieces of determination tables for managing the approval and control of data communication to N pieces of node elements (1000). Each node element generates correspondent performance data (1001) and N pieces of determination tables and N pieces of performance data are collected at a centralized network controller (1002). The network controller generates the new set of determination tables from the collected determination tables (1004) and distributes the new set of determination tables to N pieces of respective node elements (1006) and the new determination tables in the network are continuously operated (1000).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.02.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the approach of controlling acknowledgement of the signal transmission data through the communication network which consists of two or more node elements connected with two or more link elements The phase of collecting two or more acknowledgement control plan data related to the acknowledgement control plan which recognizes the communication link traffic data to the above-mentioned node element, and each, the phase of determining new acknowledgement control plan data from the acknowledgement control plan data of two or more present \*\* by which collection was carried out [ above-mentioned ], and two or more above-mentioned node elements -- the above -- the approach of consisting of a phase of operating new acknowledgement control plan data.

[Claim 2] Two or more acknowledgement control plan data by which collection was carried out [ above-mentioned ] are the approaches containing the acknowledgement control plan data of the present \*\* operated by the present \*\* by at least one set of the above-mentioned node element according to claim 1.

[Claim 3] the phase of collecting two or more performance datas related to the engine performance of each node element, and each, and the above from two or more performance datas by which collection was carried out [ above-mentioned ] -- the method according to claim 1 of having further the phase of determining new acknowledgement control plan data.

[Claim 4] Two or more performance datas by which collection was carried out [ above-mentioned ] are the approaches containing the performance data of the present \*\* related to actuation of the present \*\* of the above-mentioned node element according to claim 3.

[Claim 5] the above -- the phase of determining new acknowledgement control plan data -- the above -- an approach including the phase which generates the performance data by which simulation was carried out from new acknowledgement control plan data according to claim 1.

[Claim 6] each node element in two or more above-mentioned node elements -- the above -- an approach including the phase operate the above-mentioned acknowledgement control plan data which preceded when the phase operate new acknowledgement control plan data is inferior to the above-mentioned predetermined performance data in a phase [ a predetermined performance data / performance data / of the present \*\* showing the engine performance of the present \*\* of the above-mentioned node element ], and the performance data of the above-mentioned present \*\* for every node element according to claim 1.

[Claim 7] the above -- the approach according to claim 1 the phase of determining new acknowledgement control plan data consists of a phase which expresses two or more above-mentioned acknowledgement control plan data as input data to optimization algorithm, and a phase which operates the above-mentioned optimization algorithm in order to optimize the acknowledgement control plan data by which the input was carried out [ above-mentioned ].

[Claim 8] the above -- the approach according to claim 1 of consisting of a phase to which the above-mentioned ensemble of the above-mentioned data character string is evolved, in order that the phase of determining new control plan data may generate the ensemble of the new data character string which expresses the group of new acknowledgement control plan data as the phase which expresses two or more above-mentioned acknowledgement control plan data as an ensemble of a data character string.

[Claim 9] two or more above-mentioned node elements -- the above -- the phase of operating new acknowledgement control plan data -- the above -- the approach according to claim 1 of consisting of a phase of operating new acknowledgement control plan data for a predetermined period.

[Claim 10] It is constituted by two or more node elements and two or more link elements, and the acknowledgement control plan data generator made to generate the acknowledgement control plan data which control acknowledgement of the communication link traffic data to a communication network. Each above-mentioned node element recognizes the traffic data inputted into the above-mentioned node element according to the acknowledgement control plan data memorized locally. Each above-mentioned node element It is the communication network which transmits the above-mentioned acknowledgement control plan data to the above-mentioned acknowledgement control plan data generator periodically, and operates so that the above-mentioned acknowledgement control plan data generator may generate new acknowledgement control plan data depending on two or more above-mentioned acknowledgement control plan data received from two or more above-mentioned node elements.

[Claim 11] The above-mentioned acknowledgement control plan data generator is constituted by the processor element which processes the above-mentioned acknowledgement control plan data. The above-mentioned processor element The ensemble of the data character string corresponding to the ensemble of acknowledgement control plan data is inputted. Evaluate the ensemble of the above-mentioned data character string, and the data character string according to individual in the above-mentioned ensemble is chosen according to the result of evaluation of the ensemble of the above-mentioned data character string. The communication network according to claim 10 constituted so that it may operate in order to evolve the data character string by which selection was made [ above-mentioned ] in order to create the ensemble of the new data character string corresponding to the ensemble of new acknowledgement control plan data.

[Claim 12] In the approach of transmitting signal transmission data through the communication network which consists of two or more node elements connected by two or more link elements The phase of recognizing the commo data to each node element according to the group of acknowledgement control plan data, How to consist of the phase of generating each performance data which expresses the engine performance of the above-mentioned node element with each node element, a phase of collecting the above-mentioned performance datas corresponding to two or more above-mentioned node elements, and a phase of generating new control plan data depending on the performance data by which collection was carried out [ above-mentioned ].

[Claim 13] In the approach of generating the acknowledgement control plan data which control transmission of the communication link traffic data through the communication network which consists of two or more node elements connected with two or more link elements In order to obtain the phase which expresses two or more acknowledgement control plan data as an ensemble of a data character string, and the evolved ensemble of a data character string, The phase to which the ensemble of the above-mentioned data character string is evolved by playback, decussation, and data-processing actuation chosen from the group of mutation, How to consist of a phase which chooses one piece or two or more data character strings which were constituted by the ensemble of a next-generation data character string out of the phase of generating each fitness data corresponding to each above-mentioned data character string, and the ensemble by whom evolution was done [ above-mentioned ] according to the above-mentioned fitness data.

[Claim 14] The phase generate the above-mentioned fitness data is the approach according to claim 13 of consisting of the phase obtain each acknowledgement control plan data corresponding to each above-mentioned data character string, a phase process each above-mentioned acknowledgement control plan data according to network simulation model data in order to obtain each performance data corresponding to each above-mentioned data character string by which simulation was carried out, and a phase obtain the above-mentioned fitness data from the performance data by which simulation was carried out [ above-mentioned ].

[Claim 15] The phase which chooses the optimal group of a data character string based on the result of the above-mentioned fitness data, the above -- for every data character string in the optimal group with the phase of obtaining each acknowledgement control plan data which produces the group of new acknowledgement control plan data the above -- with the phase of transmitting the group of

new control plan data to two or more node elements constituted so that it might operate according to the above-mentioned acknowledgement control plan data, and each node element The method according to claim 13 of having further the phase of generating each performance data showing the engine performance of the node element of each above, and the phase of obtaining the above-mentioned fitness data from the performance data by which generating was carried out [ above-mentioned ].

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] With respect to the field of a communication network, although especially this invention is not restrictive, it relates to the field of a telecommunication network.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional communication network connects two or more nodes in which node equipment like the computer of the exchange for example, in a broadband telecommunication network or cross connect, and a TCP/IP network or the base station of a wireless network was formed, and two or more nodes, it consists of two or more links which transmit a communication link data signal between links, and a link is constituted by a fiber link, a copper-wire link, a radio link, or the satellite link. The user of a communication device, for example, facsimile, a modem, telephone, a video facility, and a personal computer accesses a network through node equipment.

[0003] Control of the communication link connection of the conventional whole communication network is very complicated. In the multiservice environment where it is required that various kinds of data types which have a different data rate should be transmitted through a network a connection For example, based on a point-to-point, it is created among two persons' network end users like the telephone between the 1st user and the 2nd user. A connection is created by the point two multipoint between a service provider and many end users like transmission of the cable television program to two or more users through a network. Or a connection may be created by the multipoint two multipoint like the television conference message related to the end user of three or more geographical locations.

[0004] Two kinds of fundamental approaches of communicating all over a network are used for the conventional communication network. In a line switching network, the route and the bandwidth of a constant rate are assigned to a connection during a circuit setup phase the 1st. The transmitted communication link information appears after fixed time delay substantially at a terminating node. On the other hand, a packet switching network adopts the format of distributed dynamic time-division multiplexing that do not carry out assigning a connection bandwidth but routing (it ships in accordance with a path) of the packet of the discrete information given to the network is carried out in the network of the packet-switching exchange based on storage and a transfer. End-to-end delay of the packet between a specific dispatch node and a terminating node is adjustable, and is influenced by the amount of the traffic given to the network. In both fundamental network types, the routing plan which determines the path for which a circuit or a packet passes through a network has direct effect on the quality of service of the communication link recognized by the network user. When the routing decision force is insufficient in the case of line switching, the connection who call blocking arose, namely, was demanded is refused. When the routing decision force is insufficient in the case of a packet switching network, nonpermissible packet delay arises, it originates in congestion, and the commo data traffic throughput of the whole network falls. With reference to drawing 1 , the line switching type communication network by the conventional technique is shown. The network is connected by two or more links 105-110 which convey commo data traffic between nodes including two or more nodes 100-104 which consist of each node equipment which is the exchange. Each

exchange is constituted so that the communication link connection ranging from the user to the network whole region who belongs to the exchange may be admitted according to the routing plan locally memorized by the exchange. Each exchange generates the data about the engine performance of a proper, and is known about the capacity of the proper. The network of the exchange is built by the network controller 111, and the amount of the information which this has about the adjoining exchange by which each exchange switches capacity is set up. For example, a network is built so that each exchange may have the knowledge about the congestion on the exchange by which the recently side adjoined, or in another example, each exchange is built so that the knowledge about the exchange by which the recently side adjoined, and the exchange by which near adjoined the 2nd may be acquired.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A transmission resource consists of a node element and a link element which has finite data transmission capacity, and the demand to the transmission resource by the end user is essentially adjustable, and difficult to predict. Moreover, in order that a network may deal with the increment in use by the customer, in case it is extended or reconstructed, a new node element and a link element may be added to the existing network.

[0006] When commo data is spoiled for the overload of the transmission resource resulting from the high data transmission amount required imposed on a communication network, since transmission capacity cannot be used for a list with a node element or a link element, a communication link connection may be unable to be created. The desirable example by this invention, an approach, and processing are aimed at offer of the control approach and equipment which optimize the availability of the transmission resource in a network in the control approach and equipment which control acknowledgement of the communication link connection with the communication network which consists of two or more nodes and links.

[0007] The desirable example by this invention and another purpose of an approach are offers of the control approach and equipment which recognize the communication link connection with a communication network comparatively reconstructible within short-time extent. Other purposes of the specific approach by this invention, processing, and equipment are offers of the control approach and equipment which recognize the communication link connection with the communication network where network actuation is optimized as a whole.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The approach of controlling acknowledgement of the signal transmission data through the communication network which consists of two or more node elements connected with two or more link elements offered by the 1st field of this invention The phase of collecting two or more acknowledgement control plan data related to the acknowledgement control plan which recognizes the communication link traffic data to the above-mentioned node element, and each, the phase of determining new acknowledgement control plan data from the acknowledgement control plan data of two or more present \*\* by which collection was carried out [ above-mentioned ], and two or more above-mentioned node elements — the above — it consists of a phase of operating new acknowledgement control plan data.

[0009] The communication network offered by the 2nd field of this invention It is constituted by two or more node elements and two or more link elements, and the acknowledgement control plan data generator made to generate the acknowledgement control plan data which control acknowledgement of the communication link traffic data to a network. Each above-mentioned node element recognizes input traffic data according to the acknowledgement control plan data locally memorized by the above-mentioned node element. Each above-mentioned node element The above-mentioned acknowledgement control plan data are periodically transmitted to the above-mentioned acknowledgement control plan data generator, and the above-mentioned acknowledgement control plan data generator operates so that new acknowledgement control plan data may be generated depending on two or more above-mentioned acknowledgement control plan data received from two or more above-mentioned node elements.

[0010] The approach of transmitting signal transmission data through the communication network which consists of two or more node elements connected by two or more link elements offered by the

3rd field of this invention The phase of recognizing the commo data to each node element according to the group of acknowledgement control plan data, It consists of the phase of generating each performance data which expresses the engine performance of the above-mentioned node element with each node element, a phase of collecting the above-mentioned performance datas corresponding to two or more above-mentioned node elements, and a phase of generating new control plan data depending on the performance data collected the account of a top.

[0011] According to the 4th field of this invention, the method of generating the acknowledgement control plan data which control transmission of the communication link traffic data through the communication network which consists of two or more node elements connected with two or more link elements is offered. In order that this approach may obtain the phase which expresses two or more acknowledgement control plan data as an ensemble of a data character string, and the individual of the evolved data character string, The phase to which the ensemble of the above-mentioned data character string is evolved by playback, decussation, and data-processing actuation chosen from the group of mutation, It consists of a phase which chooses one piece or two or more data character strings which consist of an ensemble of a next-generation data character string from the phase of generating each fitness data corresponding to each above-mentioned data character string, and the ensemble by whom evolution was done [ above-mentioned ] according to the above-mentioned fitness data.

[0012]

[Embodiment of the Invention] This invention is understood better, and in order to show the mode by which this invention is carried out, it explains, without limiting the specific example by this invention, an approach, and processing to the example with reference to an accompanying drawing. Hereafter, the best mode for carrying out this invention as an example is explained. In the following explanation, in order to understand this invention completely, many specific details are shown. However, this invention is carried out, without using this specific detail so that clearly [ this contractor ]. In other examples, in order to avoid making this invention unclear superfluously, detailed explanation of a well-known approach and structure is not given.

[0013] With reference to drawing 2 and 3, the broadband telecommunication network of the Asynchronous Transfer Mode (ATM) type constituted by the 1st [ which was connected by two or more transmission-link L1-L7 which consist of link motion ] thru/or 5th exchange S1-S5 is shown roughly. The customer equipment (CEQ) relevant to the exchange requires the connection of the service covering the whole network which passes along the related exchange. As long as customer equipment is equipment which can communicate through ATM networks, such as telephone, facsimile apparatus, video equipment, and a modem, which equipment is sufficient as it. For example, the network controller 200 is connected to a network through the exchange S1. The network controller 200 is the Hewlett Packard workstation which has the memory of 128 megabytes, and the hard disk storage capacity of 2 gigabits typically. As shown in drawing 3, the exchange consists of the height 2.5 [ about ] thru/or the 3.0m erect type rack which holds two or more line cards which contain typically the buffer which a communication link call passes. the communication link data signal with which switch fabric equipment was generated by customer equipment is actual — it carries out.

[0014] The exchange transmits the cel of a communication link data signal mutually. Transmission of the commo data between the exchanges through a network is controlled by the flow control indicated by the ATM criterion published by the traffic control algorithm built into the ATM signaling device, the congestion-control algorithm and the quality-of-service algorithm, and the list from the International Telecommunications Union (ITU). An ATM criterion is Place des Nations, CH-121, Geneva 20, and Switzerland. It is available from ATM Forum of the whereabouts to operating selling service of ITU of the whereabouts or 2570 WestEl Comeno Real, Suite 30, Mountain View, California C190404, and USA. In order that a customer may perform for example, a voice message, customer equipment is required of the origination-side exchange S1, for example, the exchange, to communicate through a network in order to set up the new connection who goes via a network. First, customer equipment negotiates with the exchange S1 by transmitting an electronic signal in order to set up a connection. Customer equipment tells electronically the parameter for a connection like the types of services of for example, a demand peak cel rate, a demand quality of service (QoS), and transmitted data, and all



the connection parameters of an and also [ it is the need ]. In the exchange, in order to make direct connection of a connection demanded by the customer, the connection acknowledgement control (CAC) element which judges whether sufficient transmission resource is available through a network is prepared. A connection acknowledgement control (CAC) element is realized by the exclusive electronic hardware which operates the connection and acknowledgement algorithm which set up a connection through an ATM network at the level of each exchange. This algorithm operates by the standard ATM layer or standard ATM adaptation layer (AAL) for ATM. The connection between the exchanges is controlled by the signal cel transmitted between node elements. This signal cel conveys the header data showing a cel being a cel of signaling information, and the contents of data of a cel supply the instruction which builds the acknowledgement element of a node element, and a connection element. Since the bandwidth used for the communication link of an upper level, i.e., user commo data, is used when transmission of the CIGNA ring cell through an ATM network is other, as for transmission of the CIGNA ring cell through a network, stopping to the minimum is desirable. A connection is set up when it is judged by connection acknowledgement control that sufficient transmission resource can be used, in order to fill the demand of customer equipment. Since a connection demand of a customer is refused when it is judged that sufficient transmission resource cannot be used, the quality of service with which the user of the existing network is provided is not spoiled. The quality of service shown by the ATM connection is dependent on the number of the cel lost or discarded during transmission.

[0015] In this best mode, each exchange operates the local controlling mechanism which chooses a connection and an acknowledgement control plan suitably on local exchange level, and, on the other hand, a network controller operates the centralized-control device in which the overall connection who operates through a network on strategic level, acknowledgement, and a control plan are improved, based on the result of the plan included in each exchange by the present \*\*. Control of the connection through a network and an acknowledgement plan is mixture with distributed control and concentration mold control of a network controller on local exchange level in the whole network.

[0016] With reference to drawing 4, ATM switching system 400 which receives the service request from the customer equipment for transmitting to the whole ATM broadband network via links L1, L2, and L7 is shown notionally. A service request is constituted by the cel which holds the data which specify the connection parameter about the demanded connection. The demanded connectability which whether it is the point two multipoint which the classification and the connection of demanded transmission like - connection's end point connection's demand bandwidth and Variable Bit Rate, an adaptation bit rate, or a fixed bit rate are the point-to-points between two end points, or is broadcast to many end users from the sending agency of one piece, or it is the multipoint two multipoint like the television conference between many users express is contained in this parameter.

[0017] The data which may contain a service request are enumerated in the following table 1.

[0018]

[Table 1]

表 1

サービス要求データ	
-ピークセルレートデータ	
-サービス種別データ	
-サービス品質 (QoS) データ	
-コネクションのエンドポイントデータ	
-要求された帯域幅データ	
-伝送モードデータ	例: -可変ビットレート (VBR)
	-適応ビットレート (ABR)
	-固定ビットレート (CBR)

[0019] The exchange receives service request data and compares the memorized condition data which expresses the condition of the exchange itself about transmission capacity with this service request data. The exchange 400 is (1). A load and (2) Cel abandonment as which express the number of the cels which originate in congestion and are lost within the exchange, and a quality of service is judged to be, (3) The cel rate which expresses the availability of a data rate and a specialized circuit,

and passes a buffer, and (4) The condition data of a proper are generated by generating the signal showing the engine-performance parameter of the exchange like the call arrival rate of the demand of a cel, i.e., the service request in the exchange. Since the exchange receives alternatively the information related to the load and congestion of the exchange which adjoined through the network of the advertisement signal defined by the ATM criterion, it gets to know the condition of the adjoining exchange.

[0020] Condition data form some knowledge bases held by the exchange. The knowledge base holds the acknowledgement control plan data related to the exchange plan which operates acknowledgement and the connection of the exchange. Acknowledgement control plan data are electronically memorized in the format of decision table data. Plan data control the acknowledgement control hardware of the exchange. Each exchange stores a separate acknowledgement control plan and M sets of corresponding decision table data. Although each exchange holds the group of two or more decision table data, being operated by coincidence in activity is only 1 set, and only one plan is operated by coincidence. Plan data are inputted into the connection algorithm and acknowledgement algorithm which operated by the exchange which performs a connection and acknowledgement in the real time according to the plan expressed by the selected activity decision table. Moreover, the knowledge base of the exchange is included with a transmission mode like a Variable Bit Rate [ which is demanded in order to assist for example, with the above-mentioned types of services the bandwidth demanded in the types-of-services data which express the classification of available various services through a network like the voice connection of for example, 64 kilobits per second, an image connection, and a television conference connection in order to assist the above-mentioned service, the peak cel rate which assists the above-mentioned service and a list ], statistical bit rate, and adaptation bit rate. The data which constitute the knowledge base held at each exchange are enumerated in the following table 2.

[0021]

[Table 2]

表 2

交換機知識ベース	
サービス種別データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 64 kビット/秒音声</li> <li>- 映像</li> <li>- テレビ会議</li> <li>- その他</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>常域幅</li> <li>ピークセルレート</li> <li>伝送モード</li> <li>- SBR</li> <li>- ABR</li> <li>- CBR</li> </ul>
状態データ	方針データ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 負荷データ</li> <li>- サービス品質(QoS) データ</li> <li>- セル放棄データ</li> <li>- バッファセルレート (利用率) データ</li> <li>- 要求 (呼到着レート) データ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 決定表データ</li> <li>- 閾値データ</li> <li>- サービス種別データ</li> </ul>

[0022] Acknowledgement control plan data are shown with reference to drawing 5. Acknowledgement control plan data consist of a decision table which judges whether the exchange admits a service request or it refuses. A decision table is memorized as an electric or magnetic signal in the format of an informational bit by for example, hard disk drive equipment or storage means like volatile memory which can be computer read. The data shown in drawing 5 express the contents of information of the bit of the above-mentioned data, and are shown by the expedient top of explanation, and the tabular format.

[0023] In drawing 5, the classification of the data which may be specified in the service request from a user is indicated by the 1st train. For example, with regards to voice data 64 kilobits/s, the types-of-services data ST 2 are the same [ the types-of-services data ST 1 ] to the classification of the data of N individual with regards to per second 5.3-megabit compression video data. The traffic descriptor in a call setup demand is assigned to one in the types of services which the exchange understands, and types-of-services assignment is performed by the user when the exchange is

constituted. It is the zero load and the maximum load  $L_{max}$  with which the horizontal axis was measured in the unit of the cel per second in drawing 5. The load on the exchange is expressed about the load increment of a between. The cut-off threshold  $t$  which is Boolean value 0 which judges whether the demanded types of services are recognized by the exchange for every types of services, or 1 is stored in each value of a load. The load in the cel per second is related to the load as the whole exchange determined from the sum total of the load according to individual on the line card according to individual in the exchange. A certain type of exchange supports only generating of the information related to the load as the whole exchange, and, on the other hand, the exchange of other types is Northern. Telecom An available Concorde (trademark) die change machine supports the information about the load according to individual on the line card according to individual in the exchange from the Limited.

[0024] The decision which \*\*\*\* or refuses the connection of a service request is made to the present \*\* in the real time according to the decision table of activity- drawing 5. For example, when the exchange operates with the maximum load, to types-of-services ST2 showing television conference associated data, possibility that threshold  $t_{2m}$  is 0 is high, namely, it means refusing a television conference connection with the new exchange with the maximum load.

[0025] In addition to the decision table of drawing 5, the exchange generates the quality-of-service data of the past when making the connection plan decision of the point embedded in the quality-of-service data showing the quality of service (QoS) given to the present \*\* by the exchange which performs an activity acknowledgement control plan to the present \*\*, and the knowledge base of the exchange. Quality-of-service data are roughly shown to drawing 6 by the tabular format. Quality-of-service data are electronically memorized like plan data. Zero load  $L_0$  which types of services ST1, ST2, ..., STn were displayed on the vertical axes of drawing 6, and was alternately measured by the horizontal axis in the cel which passes along the exchange Maximum load  $L_{max}$  The load is expressed about the load increment in between. The load of drawing 6 corresponds with the load of drawing 5. The quality-of-service data showing the quality of service obtained when the service request to the data of the types of services was \*\*\*\*(ed) or refused are generated in each value of a load for every types of services. Quality-of-service data consist of a call blocking probability  $P$  to have the value of the range of 0 thru/or 1. For example, since the threshold  $t_{10}$  is set as 1 when it is data of a zero load and types-of-services ST1 when a threshold  $t_{10}$  is 1 namely, the service request to the data of types-of-services ST1 is \*\*\*\*(ed). Quality-of-service data  $P_{10A}$  which has the value of the range of 0 thru/or 1 in drawing 6 The call blocking probability of occurrence in case the exchange is a zero load in first stage is given, and the data of types-of-services ST1 are \*\*\*\*(ed) by the exchange. Call blocking probability  $P_{10A}$  by which a service request will be \*\*\*\*(ed) if the exchange is a zero load in first stage and the data of types-of-services ST1 are a low data rate It becomes low, and if it puts in another way, a comparatively high quality of service will be obtained. When similarly a threshold  $t_{11}$  is set as 0 by the initial load of zero and the demand connection data of types-of-services ST1 are refused, it is another call blocking probability  $P_{10D}$ . It generates by the exchange.

[0026] Error probability  $P_{1mD}$  which corresponded if threshold  $t_{1m}$  corresponding to the above-mentioned load and types of services was 0 when similarly types-of-services ST1 is required and the exchange operates with the maximum load (i.e., if the demand was refused) Call blocking error probability  $P_{1mA}$  when the threshold which \*\*\*\* the service request of the data of types-of-services ST1 is set as 1 It is less.

[0027] With reference to drawing 7, the notice for a network controller from the exchange of activity plan data and corresponding condition data is shown in the present \*\*. Two or more exchange S1-S5 have the knowledge base of the dedication which stores the decision table data of the present \*\* with which the acknowledgement plan decision of the present \*\* is made to the present \*\*, and they generate the condition data showing the current engine performance of the exchange of operating according to the activity-acknowledgement policy decision of the present \*\* of the present \*\*. During a predetermined period of operation, the exchange is built so that an activity-decision table may be operated, this predetermined period of operation is set as the exchange, or it may be intensively set up by the network controller 200 to all the exchanges in a network, or the exchange according to individual. A desirable period of operation is the time interval or period required in order

to make a number of connection decision set up beforehand. While a suitable signal becomes available through normal actuation of the exchange working [ the exchange ] under control of the active decision table of the present \*\*, corresponding condition data are updated in periodic or the real time by the exchange. The knowledge base of each exchange consists of a group of another decision table which is not performed by the present \*\*, and the decision table which was not performed by the exchange is contained in the decision table previously performed during the preceded period, and a list in the group. The corresponding condition data which are produced from activation of the above-mentioned decision table in the case of the decision table previously performed by the exchange are stored in the knowledge base of the exchange.

[0028] Each exchange controls selection of the decision table to operate locally. From M memorized decision tables, the exchange is based on control of the local selection algorithm which operated by the exchange, and chooses a gap or one decision table. Preferably, in the best quality-of-service data, an algorithm is constituted so that one may be chosen from M decision table data using generating or the decision table data which may be generated. During the predetermined period of operation which can fully collect the condition data generated from actuation of the decision table which is statistically meaningful, the exchange is set up so that the decision table data chosen as the present \*\* may be operated. In case condition data and activity decision table data with the new quality-of-service data generated by especially the exchange are used, when serious degradation of a quality of service is shown, the exchange makes decision table data an invalid before termination of a predetermined period of operation, and can replace them on other decision tables chosen from the group of M decision tables memorized locally. Each exchange memorizes M restricted decision tables, and the decision table data newly received from the network controller permute the decision table data in M decision tables memorized by the present \*\* which produces the minimum quality-of-service data.

[0029] As shown in drawing 7 , the acknowledgement control plan data of the present \*\* and the corresponding condition data showing the quality of service of each exchange of the present \*\* are transmitted to the network controller 200 at regular spacing. Regular spacing for transmission can be preset by the network controller. For example, a network controller takes out a question to all the exchanges for every regular presetting transmission spacing in order to collect the plan data of the present \*\*, and the condition data of the present \*\* from the exchange. Or in a list, while condition data become available through the usual internal data dump which operates by the exchange, when available, or when the condition data of the present \*\* of the specific exchange or the plan data of the present \*\* has change, the exchange may be constituted so that the plan data and the corresponding condition data which operate at the present \*\* may be transmitted to a network controller. each — the plan data of the present \*\* to exchange S1-S5 and the corresponding condition data of each present \*\* are transmitted to the network controller 200 which collects data.

[0030] Each exchange recognizes commo data traffic according to the acknowledgement control plan data memorized locally at the exchange. A network controller generates the acknowledgement control plan data which control acknowledgement of the traffic data to the whole network by each exchange depending on two or more acknowledgement control plan data received from the exchange. The exchange transmits Genji's acknowledgement plan data to a network controller, respectively.

[0031] It is drawing showing roughly arrangement of the network controller 200 which can enforce the specific approach of this invention with reference to drawing 8 . An example of this network controller is Northern. Telecom He is an available well-known concorde (trademark) network manager from the Limited. A network controller goes via the network control signaling equipment defined as the ATM criterion, for example, is Northern. Telecom The plan data of the present \*\* and the condition data of the present \*\* are received from the exchange through the communication link port 800 constituted so that the signal from the exchange various type like Concorde (trademark) and Vector (trademark) which are the available Asynchronous Transfer Mode exchange from the Limited, or Passport (trademark) might be received. The hardware element of the network controller 200 consists of a graphic user interface (GUI) which can be constituted with the communication link port 800, a processor 801, the related memory 802, a video monitor and the keyboard for data inputs, pointing equipment like a mouse, one or more airline printers, and one or more data storage like the hard disk

drive equipment which has the data memory capacity of several gigabits. Since a network controller stores the plan data of the present \*\* received for every exchange, and the corresponding condition data of the present \*\* in the management information base 804 which consists of data storage, it operates according to well-known UNIX operating system 803. The control signal which operates a network controller is memorized in the form of the application program which consists of the optimization engine 805 which operates the genetic algorithm optimization application 805, prediction engine application 806, and simulation engine application 807. Application is stored in the data storage of a network controller, or other media which can be computer read, makes data process, and it consists of a control signal arranged so that a processor may be operated in order to operate the exchange in a network and to make the exchange publish a control signal. A prediction engine, a genetic algorithm engine, and a simulation engine are constituted by the processor 801 of the network controller which operated according to the control signal stored in the memory or the database of a network controller. A control signal operates so that the plan data and condition data which were expressed by the electronic signal which passes the electronic processor 801 of a network controller may be processed, and a processor outputs the data of the format of the electronic signal transmitted to node equipment, i.e., the network exchange, as data in the cel of the data signal transmitted to the whole network according to the ATM signaling criterion.

[0032] As for a management information base 804, data operate according to the blackboard architecture put on the accessible shared memory field 900 by application. With reference to drawing 9, the blackboard architecture of a network controller is shown roughly. The plan data of the present \*\* received from each exchange and the condition data of the present \*\* are available because of a question with the genetic algorithm engine which uses blackboard architecture, a prediction engine, and a simulation engine. It is possible to access another application with which application 805-807 assists such applications through blackboard architecture in addition to the condition data 901 and the plan data 902. The prediction engine 806 and the simulation engine 807 access the network-model data 903 which describe the parameter of an and also [ it is the need because of actuation of a prediction engine and a simulation engine ] in a layout, connectability, and a list. The prediction engine 806 has an access privilege to the predictive-model data 904, and this predictive-model data 904 contains the curvilinear reliance panel parameter or weighting parameter for an input to the prediction algorithm constituted for example, with the prediction engine. The simulation engine 807 has an access privilege to the simulation model data 905 which consist of required various parameters in order to operate. A prediction engine and a simulation engine have an access privilege to the types-of-services data 906, and this types-of-services data 906 consists of a parameter about the classification of available various communication link traffic services, for example, a data rate, and bandwidth demanded in a network.

[0033] The general outline of processing of improving overall transmission of the commo data which goes via a network is shown by by optimizing and controlling the acknowledgement plan which operated with each switch in a network with reference to drawing 10. It operates, in order that the processing explained with reference to drawing 10 may collect the information related to the acknowledgement plan of the present \*\* which operated by each exchange in a network. By using the information about a configuration for the node of a network and a network, and the arrangement list of a link element with the acknowledgement plan of the present \*\*. When the group of the acknowledgement control plan data which consist of a signal decision table, or the plan data which consists of a decision table of the a small number of individual which are is generated and it performs by the exchange according to individual, the acknowledgement traffic control actuation optimized as the whole network is produced. The plan data chosen from the group of the fraction of single plan data or plan data are operated by each network exchange. In step 1000, the network which consists of the exchange of N base operates the activity-decision data table of N individual, namely, operates one activity-decision data table per exchange. In the decision data table of N individual operated by coincidence, when plan data overlap between the exchanges, some or all in the decision data table of N individual may be mutually in agreement. Each exchange memorizes M decision tables, and when there is only one decision table in it, it is operated by coincidence by the exchange. The exchange chooses the plan data which should be operated by comparing with the quality-of-service data

generated by the exchange, when operating the quality-of-service condition data generated by the exchange when operating under control of specific plan data under control of other plan data in M plan data memorized by the exchange. In step 1001, each exchange generates the condition data of the present \*\* about the quality of service shown in drawing 6 showing the engine performance of the present \*\* of the exchange which operates under the activity-plan of the present \*\*. In this way, each exchange operates the plan data of the present \*\* chosen locally which corresponded to drawing 5 so that it might be shown, and when it has minded all networks, it generates the quality-of-service performance data (condition data) of the corresponding present \*\* chosen locally as shown in coincidence at drawing 6. In step 1002, each exchange transmits the plan data operated to each present \*\* to the network controller 200 which collects the decision tables of the present \*\* of N individual of the exchange of N base. The exchange may be transmitted, when plan data are substantially transmitted to a network controller at coincidence or it differs mutually. In step 1003, the exchange may transmit the quality-of-service information on the present \*\* showing the condition of the present \*\* with the corresponding plan data decision table, and these are collected by the network controller. In step 1004, a network controller determines new plan data from the plan data of the collected present \*\* which was received from the exchange of N base. In step 1005, when new plan data are realized in the actual network, a network controller generates the quality-of-service performance data (condition data) showing the engine performance expected in an actual network by which simulation was carried out, and this performance data by which simulation was carried out is used for it in order to choose the new plan data according to individual sent out to the exchange of an actual network. In step 1006, after determining the group of a new plan data table or a new plan data table, a network controller distributes the group of a plan data table or a new plan data table to each exchange of N base of the node of network N individual. The exchange receives the plan data newly generated from the network controller, respectively, and the newly generated plan data is merged to the group of the M above-mentioned table data by exchanging the group of the one or more minimum engine-performance decision table data in the group of one or more newly generated decision table data.

[0034] With reference to drawing 11, transmission for the network controller of the plan data operated to the present \*\* by each exchange is shown roughly. The exchange S1 transmits the plan data SP 1 of the present \*\* to a network controller. The plan data SP 2 of the present \*\* are transmitted to a network controller, and the plan data SP 2 of the present \*\* may be the same as the plan data SP 1 of the present \*\*, or may not be the same, and that of the exchange S2 are the same about each exchange of N base. The plan data of the present \*\* are transmitted through a network according to the signaling device defined as the ATM criterion. The decision table of drawing 5 is included by the cel of data as data, and the header unit of a data cell expresses that a data cell is the signaling information for network actuation. The threshold t included in plan data is transmitted to a serial as the informational bit 0, i.e., a Boolean value, or 1. With reference to drawing 5, plan data are transmitted in the form of the character string of a data value in lower order from on the right from the left.

[0035] With reference to drawing 12, the interrelation between network node equipment and the application in a network controller are shown. Each exchange transmits the activity-plan data of the present \*\* to a network controller through a network with the condition data of the present \*\* which corresponded for every node equipment alternatively. This data is inputted into the optimization engine 805 which operates under control of optimization engine control-parameter data. An optimization engine is processed in order to evaluate the plan data of the present \*\* received by supplying the plan data of the received present \*\* to the simulation engine 807 which operates according to simulation engine control-parameter data and network-model data, next to evolve the plan data. A simulation engine carries out simulation of the network actuation using evolved plan data and the plan data of the present \*\*, and when applied to the condition data by which simulation was carried out, i.e., the model as the whole network, it generates the quality-of-service data corresponding to the present \*\* or evolved plan data by which simulation was carried out. The condition data by which simulation was carried out, for example, the quality-of-service data by which simulation was carried out, are returned to the genetic algorithm engine 805. The simulation engine



807 receives from the prediction engine 806 in the form of [ that the prediction about actuation of the network future was predicted ] condition data. The prediction engine 806 generates the condition data predicted based on the condition data of the present \*\*, and the inputted plan data of the present \*\*, as shown in drawing 13 . Condition data contain the rate to which a call reaches each exchange in both a service request parameter like an input call demand, i.e., the present \*\*, and the past. A prediction engine is constituted so that the service request parameter of the future like the call demand of the future based on the call demand of the present \*\* in each exchange and the past call demand may be predicted, and it receives prediction engine control-parameter data. The predicted condition data are supplied to the simulation engine 807.

[0036] With reference to drawing 14 , the simulation engine 807 The network-model data 903 showing the layout and connectability as the whole network are received from a management information base. The parameter of the present \*\* of a network controller to a network element, For example, the simulation engine control-parameter data 1400 showing the pass availability of the present \*\* and the call demand of the present \*\* which appeared in each exchange are received. The predicted condition data 1401 showing prediction of a network condition, for example, the predicted demand, are received from the prediction engine 806, and the plan data which evolved into the pass availability list predicted from the optimization engine 805, and the plan data 1402 of the present \*\* are received. The simulation engine 807 outputs the quality of service by which simulation was carried out for every all directions needle data of the present \*\*, and evolved all directions needle data so that it may mention later.

[0037] Hereafter, the simulation engine 807 and the prediction engine 805 operate as an evaluation step in the genetic algorithm processing which operated with the optimization engine 805 so that it may explain with reference to drawing 15 . With reference to drawing 15 , a genetic algorithm engine begins processing from the initial ensemble of plan data in step 1500. Each decision table which consists of plan data is expressed as a character string of the bit of data, as shown in drawing 16 . In drawing 16 , the decision table which has thresholds  $t11, t12, \dots, tnm$  operates  $n$  types of services, and, in the case of the exchange which can identify the load level of  $m$  pieces, is expressed as a character string of the fixed-length Boolean-logic values 0 and 1 of a  $n \times m$  bit.  $x$  of the threshold in a decision table and the bit position of the information within the limits on the character string corresponding to a  $y$ -coordinate are shown in drawing 5 . In drawing 16 , the notation of the plan data received from each five exchange is shown, and the plan data of each exchange are expressed as a character string of the Boolean-logic value of a die-length  $n \times m$  bit. Although the threshold  $tnm$  is expressed as a Boolean-logic value in this example, a threshold may be defined as a more complicated value by expressing each threshold as a hexadecimal value. However, in this best mode, a threshold is expressed as a Boolean value of the value of 0 or 1.

[0038] In step 1500, an initial ensemble is constituted from the network-like exchange by the group of the character string showing the plan data table supplied to step 1501, and the character string showing the random generation mold plan data generated by the network controller by which random generation was carried out. While a genetic algorithm advances processing, the character string by which random generation of a large number was carried out is screened, and it is exchanged by the new character string.

[0039] In step 1502, the ensemble of a character string is evaluated, and since corresponding fitness data are generated for every character string, the collective optimal character string is chosen at step 1503. The selected character string evolves at step 1504, and the evolved character string forms a new ensemble's foundation in step 1505. A new ensemble is repeated like the following until it sets to step 1506, it reevaluates, reselects and re-evolves and the further evolution stops producing the improvement of significant fitness into an ensemble between the ensembles of a predetermined number, in order to form the new means of the second generation. The plan data newest at predetermined spacing from which many generations evolve are supplied from the exchange in step 1501. When amelioration of the further significant ensemble does not produce step 1502 thru/or 1506 among generations in the predetermined optimal period along which it passes many times, in step 1507, the selected character string forms the foundation of the new plan data transmitted to the exchange. Step 1502 thru/or 1506 operate for every actuation of steps 1501 and 1507 many times so

that a genetic algorithm engine may perform many repeats of hereditary processing expressed to step 1502 thru/or 1506 between reception of the plan data from the exchange, and transmission at the exchange of new plan data.

[0040] The step in the evaluation processing 1502 for generating the fitness standard used for character string selection of step 1503 with reference to drawing 17 is shown. In step 1700, the plan data character string showing the plan data of the present \*\* received from the exchange, the initial plan data by which random generation was carried out in step 1500, and the evolved plan data generated at step 1504 are inputted into the simulation engine 807 which carries out simulation of the actuation of each exchange in a network at coincidence. A single character string is assigned to two or more exchanges of each by which simulation was carried out in step 1701. Simulation of network actuation is performed to each character string by operating a simulation engine algorithm in step 1702. It is applied to each exchange modeled during the network simulation in the step 1701 with the separate all directions needle data inputted as a character string from the genetic algorithm, and simulation models the network which operates when operating the same plan data with which each exchange was determined by the character string. A simulation engine generates the quality of service which operates using specific selected plan data and by which simulation was carried out for every exchange, when one plan data is applied to all the exchanges at coincidence. In step 1703, a simulation engine calculates quality-of-service data for each [ which operates plan data ] exchange of every. A simulation engine algorithm models the actuation as the whole network in an electronic format. The exchange is expressed as a node element connected with the link element according to the network-model data 903. A parameter applicable to the present \*\* in an actual network, for example, the call demand which can be read from a management information base, and pass availability are expressed within a simulation engine, and a simulation engine expresses actuation of the network future from the predicted state parameter, for example, a prediction engine, using the predicted available pass availability which was predicted [ which were predicted and was call-demanded ].

[0041] The output of the simulation engine by which the ensemble who consists of a character string of X individual is evaluated is indicated in the following table 3 to the network which was constituted by the five exchanges by which simulation was carried out and by which simulation was carried out.

[0042]

[Table 3]

表 3

文字列 A	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 5
文字列 B	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 5
⋮			⋮
文字列 X	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機 5

[0043] In step 1503, a collective character string is chosen and an ensemble is reproduced by evolution from there. A character string is chosen based on the fitness standard generated to each character string at step 1704. The average of a quality of service by which simulation was carried out is generated by the simulation engine for each [ by which simulation was carried out ] exchange of every, when operating using a specific character string. In Table 3, each character string generates the separate quality of service related to each exchange by which simulation was carried out by



which simulation was carried out. The measure of fitness is used to each character string as an average of a quality of service to each exchange by which simulation was carried out. For example, when the five exchanges are expressed in the network, the fitness standard of a character string A is the average quality of service of the quality of service which was generated while carrying out simulation of the network performance using the character string A to the exchange S1 thru/or S5 and by which simulation was carried out.

[0044] In this way, the fitness standard of every one X individual per one character string is acquired to the ensemble of the character string of X individual. If the most adapted character string is chosen with reference to the average of all the fitness standards of X individual and it puts in another way, the most adapted character string will use the average of all the fitness standards of X individual, and will be chosen by choosing the discrete character train which has the highest engine performance about the average of an average fitness standard, i.e., the fitness standard of X individual. However, a character string does not necessarily need to be chosen as a character string which has the highest average of a quality of service by which simulation was carried out. When the sequence of a character string changes, the adaptability within an ensemble is maintained, and in order to prevent converging on the number with which the ensemble was restricted, a part of semi-optimal character string is held in an ensemble. although a character string is chosen based on a fitness standard using a stochastic function advantageous to selection of the character string which has the best quality of service — \*\* — the character string which has the optimal quality of service is not removed completely.

[0045] In step 1504, a character string evolves by decussation, playback, and mutation. The technique of decussation, playback, and mutation is David. I The Goldberg (David E Goldberg) work, "the genetic algorithm (Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning) in retrieval optimization and machine learning", and Addison It is indicated by Wesley, the 1989 issue, and ISBN 0201 157675 at the detail. An epitome evolves a character string by decussation by permuting a part of 1st character string and 2nd character string mutually. For example, the first 12 bits of a character string A are permuted by the first 12 bits of a character string B, and, in the case of the first 12 bits of a character string B, is permuted conversely. The crossing character string generated as a result during decussation maintains the value of the same die-length nxm. Mutation of the character string may be carried out by permuting a segment or a part of character string by the value and random by which random generation was carried out. Furthermore, a character string is simply reproduced by [ which are caused especially or creates a new character string from a part of two or more character strings ] overlapping a character string. Since a part of character string is screened in the selection step 1503, in order to maintain the ensemble of the character string of X individual, a new character string needs to be introduced by playback that contraction of the ensemble of a character string should be avoided. In order that a new generation's character string ensemble 1505 may be inputted into the simulation engine 807 and may get the ensemble of the second generation in step 1505, step 1502 thru/or 1504 are repeated and it is the same as that of the following. The ensemble showing the ensemble of a data plan of a character string is improved through this processing. The evaluation step which applies a character string to the simulation of the whole network is turned to the ensemble showing the connection who improves the engine performance as the whole network for the evolved ensemble of a character string, and an acknowledgement plan. Periodically, the ensemble showing new plan data of a character string is transmitted to the exchange in step 1507.

[0046] With reference to drawing 18, the data transmitted to the exchange from a network controller in a network are shown roughly. A network controller transmits the new plan data 1800 which are either of the groups of the single decision table chosen by processing of drawing 15 as an optimal-decision table, or a small number of decision table showing the sample of the optimal character string generated by the genetic algorithm.

[0047] With reference to drawing 19, the data stored in each network exchange are shown roughly. While giving the plan data with which the exchange was newly received as plan data of the present \*\*, the exchange generates the performance data 1900 of the present \*\* corresponding to the quality of service given by the exchange. The exchange other than the new plan data 1800 memorizes the past plan data 1901. The past plan data consist of a decision table before the exchange realized. Since the

past corresponding quality-of-service data 1902 are memorized by the exchange for every plan data of the memorized past, the exchange is held with the quality-of-service engine performance which generated record of the decision table on which it realized [ pre- ] when these decision tables were realized by the exchange. an exchange side all coming out of the exchange, and having maintained the total of the decision table of M individual, after receiving new plan data from a network controller — the front — needle data are rewritten by new plan data. When the new plan data 1800 consist of a single decision table, the exchange realizes the decision table, after receiving from a network controller. When new plan data consist of a group of a decision table, the exchange chooses a decision table within new plan data, and realizes the decision table as activity-plan data of the present \*\* during a predetermined period.

[0048] In order to prevent that a network breaks down suddenly when a network controller generates an inferior new plan data decision table more remarkable than the plan data realized through the whole network since the exchange operates in the real time, in case each exchange chooses the plan data to realize, it uses local control. When the quality of service of the result which operated the new plan data 1800 during the predetermined period, and was obtained from actuation of the plan data is inferior to the past quality-of-service data 1902, the exchange The exchange uses local control of the realized plan data, chooses the decision table of the past used previously, and generates the quality-of-service data superior to the quality-of-service data which this produced from implementation of the new decision table received from the network controller.

[0049] Although the new decision table published from the network controller offers the improved quality of service to the exchange of a certain kind in a network, it may produce degradation of the engine performance to other exchanges in a network. The exchange by which the engine performance deteriorated as compared with the former engine performance rewrites the plan data published by the network controller using the plan data chosen from the group of the decision table of the past memorized by dedication in order to offer a good quality of service locally rather than an available quality of service using the new plan data supplied by the network controller. Next, when the exchange answers a network controller in the decision table of the present \*\* in step 1501, the decision table of the arbitration which rewrote the decision table previously published by the network controller is reintroduced into the ensemble of a character string evolved with the genetic algorithm engine. While feedback is performed in the form of the decision table actually used in this way in an actual network, the effect on the plan resulting from the gap between the network model operated with the simulation engine, and an actual network and its actuation is periodically amended through the collection device of the decision table of the present \*\* from the exchange. Moreover, the newest information about the traffic conditions of an actual network is given through the feedback mechanism input of the parameter data of the present \*\* from the management information base of the network controller which incorporates a demand and availability of the whole information about the traffic conditions that a genetic algorithm engine and a simulation engine are actual, for example, a network.

[0050] With reference to drawing 20 , the-like step of operation given to each exchange is summarized. In step 2000, each exchange receives new plan data from a network controller. In step 2001, the exchange operates new plan data and chooses periodically the decision table which produces the quality-of-service performance data to which the highest corresponded from the table of the past memorized by a new table and the new exchange. Next, the exchange generates the quality-of-service data of the present \*\* corresponding to the decision table which continued operating the selected decision table and was operated by the present \*\* in step 203 during a predetermined period in step 2002. In step 2004, the exchange compares the quality-of-service performance data of the present \*\* with a quality-of-service performance data and a periodic target before being obtained using other decision tables. When inferior to the quality-of-service data of the past which the quality-of-service performance data of the present \*\* precedes, in step 2006, it is begun for the exchange to choose the decision table of the precedence which has quality-of-service data superior to the decision table operated by the present \*\*, and to realize the plan in step 2005. The exchange may choose from new plan data the decision table which is not yet tried. However, when the decision table of the present \*\* produces the quality-of-service performance data of the

present \*\* superior to the pre- quality-of-service engine performance in step 2007, in step 2008, the exchange rewrites the decision table of the preceded past which is inferior in quality-of-service data on the decision table of the present \*\*, and begins to realize the plan. By using this device, the exchange discards the decision table in which the engine performance is inferior, and holds the group of the new plan data which are selection of the best decision table which the exchange operated, and the past plan data. In step 2009, the exchange transmits in optional the decision table which operates to the present \*\* to a network controller with the quality-of-service performance data of the present \*\* in the predetermined-like period of operation. The information transmitted at step 2009 consists of data inputted at step 1002 and step 1501.

[0051] In this best mode, development of a connection acknowledgement control plan is performed on the network wide area level of a concentration mold network controller by developing the plan data which were performed on the local level of each exchange distributed by local actuation being planned to accord to each exchange in the whole network, and were optimized on the whole using a genetic algorithm or other optimization techniques.

[0052] Although this best mode is explained about the Asynchronous Transfer Mode (ATM) network, this invention contains the common communication system constituted with two or more node elements which are not limited to an Asynchronous Transfer Mode and connected with a transmission control protocol/Internet Protocol, a synchronous system digital hierarchy, a synchronous system light network, a group system migration network, and two or more link elements.

---

[Translation done.]

3/4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

【特開平11-17704】

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号  
H 0 4 L 12/28  
H 0 4 M 3/00  
H 0 4 Q 3/00

F I  
H 0 4 L 11/20 G  
H 0 4 M 3/00 D  
H 0 4 Q 3/00

審査請求 有 請求項の数15 OL (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-45844

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月26日

(31) 優先権主張番号 8 7 3 4 9 7

(32) 優先日 1997年 6月16日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 .595164051

ノーザン テレコム リミテッド  
NORTHERN TELECOM LI  
MITED  
カナダ国 ケベック エイチ2ワイ 3ワ  
イ4 モントリオール セイント・アント  
ワヌ・ストリート・ウエスト 380 ワ  
ールド・トレード・センター・オブ・モン  
トリオール エイトゥスフロアー

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

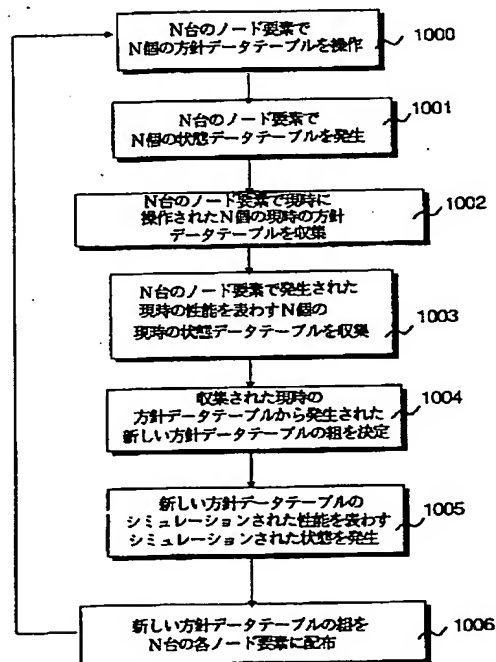
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信網内の承認制御の実時間制御アーキテクチャ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は通信ネットワークに係わり、特に、通信データの承認及び制御に関して通信ネットワークの性能を最適化する方法を提供する。

【解決手段】 N台のノード要素からなる通信ネットワークは、N台のノード要素へのデータ通信の承認及び制御を管理するN個の決定テーブルを操作する(1000)。各ノード要素は対応した性能データを生成し(1001)、N個の決定テーブル及びN個の性能データが集中ネットワークコントローラに収集される(1002)。ネットワークコントローラは収集された決定テーブルから新しい決定テーブルの組を生成し(1004)、新しい決定テーブルの組をN台の各ノード要素に配布し(1006)、ネットワーク中の新しい決定テーブルを操作し続ける(1000)。



FP03-0269  
'06.11.28  
OA (JP)

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 複数のリンク要素によって繋がれた複数のノード要素からなる通信ネットワークを介する通信信号データの承認を制御する方法において、

上記ノード要素への通信トラヒックデータを承認する承認制御方針データと個々に関係した複数の承認制御方針データを収集する段階と、

上記収集された複数の現時の承認制御方針データから新しい承認制御方針データを決定する段階と、

上記複数のノード要素で上記新しい承認制御方針データを操作する段階とからなる方法。

【請求項2】 上記収集された複数の承認制御方針データは、少なくとも1台の上記ノード要素によって現時に操作された現時の承認制御方針データを含む請求項1記載の方法。

【請求項3】 夫々のノード要素の性能と個々に関係した複数の性能データを収集する段階と、

上記収集された複数の性能データから上記新しい承認制御方針データを決定する段階とを更に有する請求項1記載の方法。

【請求項4】 上記収集された複数の性能データは、上記ノード要素の現時の動作に関係した現時の性能データを含む請求項3記載の方法。

【請求項5】 上記新しい承認制御方針データを決定する段階は、上記新しい承認制御方針データからシミュレーションされた性能データを生成する段階を含む請求項1記載の方法。

【請求項6】 上記複数のノード要素の中の各ノード要素で上記新しい承認制御方針データを操作する段階は、各ノード要素毎に、

上記ノード要素の現時の性能を表わす現時の性能データを所定の性能データと比較する段階と、

上記現時の性能データが上記所定の性能データよりも劣る場合に、先行した上記承認制御方針データを操作する段階とを含む請求項1記載の方法。

【請求項7】 上記新しい承認制御方針データを決定する段階は、

上記複数の承認制御方針データを最適化アルゴリズムへの入力データとして表現する段階と、

上記入力された承認制御方針データを最適化するため上記最適化アルゴリズムを作動する段階とからなる請求項1記載の方法。

【請求項8】 上記新しい制御方針データを決定する段階は、

上記複数の承認制御方針データをデータ文字列の集団として表現する段階と、

新しい承認制御方針データの組を表現する新しいデータ文字列の集団を生成するため、上記データ文字列の上記集団を進化させる段階とからなる請求項1記載の方法。

【請求項9】 上記複数のノード要素で上記新しい承認

制御方針データを操作する段階は、上記新しい承認制御方針データを所定の期間に亘り操作する段階からなる請求項1記載の方法。

【請求項10】 複数のノード要素及び複数のリンク要素と、

通信ネットワークへの通信トラヒックデータの承認を制御する承認制御方針データを発生させる承認制御方針データ発生器とにより構成され、

上記各ノード要素は、上記ノード要素に局部的に記憶された承認制御方針データに従って入力されるトラヒックデータを承認し、

上記各ノード要素は、上記承認制御方針データを上記承認制御方針データ発生器に周期的に送信し、

上記承認制御方針データ発生器は、上記複数のノード要素から受信された複数の上記承認制御方針データに依存して新しい承認制御方針データを発生させるよう動作する通信ネットワーク。

【請求項11】 上記承認制御方針データ発生器は、上記承認制御方針データを処理するプロセッサ要素により構成され、

上記プロセッサ要素は、

承認制御方針データの集団に対応したデータ文字列の集団を入力し、

上記データ文字列の集団を評価し、

上記データ文字列の集団の評価の結果に従って上記集団の中の個別のデータ文字列を選択し、

新しい承認制御方針データの集団に対応した新しいデータ文字列の集団を作成するため上記選択されたデータ文字列を進化させるため動作するように構成されている請求項10記載の通信ネットワーク。

【請求項12】 複数のリンク要素によって接続された複数のノード要素からなる通信ネットワークを介して通信信号データの伝送を行う方法において、

承認制御方針データの組に従って各ノード要素への通信データを承認する段階と、

各ノード要素で上記ノード要素の性能を表わす夫々の性能データを発生させる段階と、

上記複数のノード要素に対応した上記性能データを収集する段階と、

上記収集された性能データに依存して新しい制御方針データを発生させる段階とからなる方法。

【請求項13】 複数のリンク要素によって繋がれた複数のノード要素からなる通信ネットワークを介した通信トラヒックデータの伝送を制御する承認制御方針データを発生させる方法において、

複数の承認制御方針データをデータ文字列の集団として表現する段階と、

進化したデータ文字列の集団を得るため、再生、交叉、突然変異の組から選択されたデータ処理操作により上記データ文字列の集団を進化させる段階と、

上記各データ文字列に対応した夫々の適応度データを発生させる段階と、

上記適応度データに従って上記進化された集団の中から次世代のデータ文字列の集団により構成された1個又は複数個のデータ文字列を選択する段階とよりなる方法。

【請求項14】 上記適応度データを発生させる段階は、

上記各データ文字列に対応した夫々の承認制御方針データを得る段階と、

上記各データ文字列に対応した夫々のシミュレーションされた性能データを得るため、ネットワークシミュレーションモデルデータに従って上記各承認制御方針データを処理する段階と、

上記シミュレーションされた性能データから上記適応度データを得る段階とからなる請求項13記載の方法。

【請求項15】 上記適応度データの結果に基づいてデータ文字列の最適な組を選択する段階と、

上記最適な組の中の各データ文字列毎に、新しい承認制御方針データの組を生じる夫々の承認制御方針データを得る段階と、

上記新しい制御方針データの組を、上記承認制御方針データに従って動作するように構成された複数のノード要素に送信する段階と、

各ノード要素で、上記夫々のノード要素の性能を表わす夫々の性能データを発生させる段階と、

上記発生された性能データから上記適応度データを得る段階とを更に有する請求項13記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は通信ネットワークの分野に係わり、特に、限定的ではないが電気通信ネットワークの分野に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の通信ネットワークは、例えば、広帯域電気通信ネットワーク内の交換機又はクロスコネク、TCP/IPネットワークのコンピュータ、若しくは、無線ネットワークの基地局のようなノード装置が設けられた複数のノードと、複数のノードを繋ぎ、リンクの間で通信データ信号を伝達する複数のリンクとからなり、リンクは光ファイバリンク、銅線リンク、無線リンク、若しくは、衛星リンクにより構成される。通信装置、例えば、ファックス、モデム、電話機、ビデオ設備、パーソナルコンピュータのユーザは、ノード装置を介してネットワークにアクセスする。

【0003】 従来の通信ネットワーク全体の通信コネクションの制御は非常に複雑である。異なるデータレートを有する各種のデータタイプがネットワークを介して伝送されることが要求されるマルチサービス環境において、コネクションは、例えば、第1のユーザと第2のユーザの間の電話のようにネットワークの二人のエンド

ユーザの間でポイントツーポイントに基づいて作成され、或いは、コネクションは、例えば、ネットワークを介した複数のユーザへのケーブルテレビ番組の伝送のようにサービスプロバイダと多数のエンドユーザとの間にポイントツーマルチポイントで作成され、又は、コネクションは、例えば、3箇所以上の地理的な場所のエンドユーザと関係するテレビ会議通話のようにマルチポイントツーマルチポイントで作成され得る。

【0004】 従来の通信ネットワークは、ネットワーク中で通信を行う2通りの基本的な方法を使用する。第1に、回線交換ネットワークにおいて、ルートと一定量の帯域幅とが回線セットアップフェーズ中にコネクションに割り当てられる。伝送された通信情報は実質的に一定の時間遅延後に着信ノードに現れる。一方、パケット交換ネットワークはコネクションに帯域幅を割り当てることはせず、ネットワークに与えられた離散的な情報のパケットが記憶及び転送に基づいてパケット交換交換局のネットワーク内でルーティング（経路に沿って発送）される分散型動的時分割多重化の形式を採用する。特定の発信ノードと着信ノードとの間のパケットのエンドツーエンド遅延は可変であり、ネットワークに与えられたトラヒックの量による影響を受ける。両方の基本的なネットワークタイプにおいて、回線又はパケットがネットワークを通過する経路を決定するルーティング方針は、ネットワークのユーザによって認知される通信のサービスの品質に直接影響を与える。回線交換の場合に、ルーティング決定力が不足することにより、呼ブロッキングが生じ、即ち、要求されたコネクションが拒否される。パケット交換ネットワークの場合に、ルーティング決定力が不足することにより、許容できないパケット遅延が生じ、輻輳に起因してネットワーク全体の通信データトラヒックスループットが低下する。図1を参照するに、従来技術による回線交換タイプの通信ネットワークが示されている。ネットワークは、例えば、交換機である各ノード装置からなる複数のノード100-104を含み、ノードの間で通信データトラヒックを搬送する複数のリンク105-110によって繋がれている。各交換機は、交換機に局所的に記憶されたルーティング方針に従って、交換機に所属するユーザからのネットワーク全域に亘る通信コネクションを容認するように構成される。各交換機は固有の性能に関するデータを発生し、その固有の容量について分かっている。交換機のネットワークは、ネットワークコントローラ111により構築され、これにより、各交換機が容量を切り換える隣接した交換機に関して有する情報の量が設定される。例えば、ネットワークは、各交換機が最近傍の隣接した交換機上の輻輳に関する知識を有するように構築され、或いは、別の例では、各交換機は、最近傍の隣接した交換機と、2番目に近傍の隣接した交換機とについての知識が得られるように構築される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】伝送リソースは、ノード要素と、有限データ伝送容量を有するリンク要素とからなり、エンドユーザによる伝送リソースへの要求は本質的に可変であり、予測が困難である。また、ネットワークが顧客による利用の増加を取り扱うため拡張又は再構築される際に、新しいノード要素及びリンク要素を既存のネットワークに追加してもよい。

【0006】通信ネットワークに課される高いデータ伝送要求量に起因した伝送リソースの過負荷のため通信データが損なわれる場合、並びに、ノード要素又はリンク要素で伝送容量を利用できないため通信コネクションを作成できない場合がある。本発明による好ましい実施例、方法及び処理は、複数のノード及びリンクからなる通信ネットワークへの通信接続の承認を制御する制御方法及び装置において、ネットワーク内の伝送リソースの利用性を最適化する制御方法及び装置の提供を目的とする。

【0007】本発明による好ましい実施例及び方法の別の目的は、比較的短時間の程度内で再構築することができる通信ネットワークへの通信接続を承認する制御方法及び装置の提供である。本発明による特定の装置、処理及び装置の他の目的は、ネットワークの動作が全体として最適化される通信ネットワークへの通信接続を承認する制御方法及び装置の提供である。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の面により提供される複数のリンク要素によって繋がれた複数のノード要素からなる通信ネットワークを介する通信信号データの承認を制御する方法は、上記ノード要素への通信トラフィックデータを承認する承認制御方針と個々に関係した複数の承認制御方針データを収集する段階と、上記収集された複数の現時の承認制御方針データから新しい承認制御方針データを決定する段階と、上記複数のノード要素で上記新しい承認制御方針データを操作する段階とからなる。

【0009】本発明の第2の面により提供される通信ネットワークは、複数のノード要素及び複数のリンク要素と、ネットワークへの通信トラフィックデータの承認を制御する承認制御方針データを発生させる承認制御方針データ発生器とにより構成され、上記各ノード要素は、上記ノード要素に局部的に記憶された承認制御方針データに従って入力トラフィックデータを承認し、上記各ノード要素は、上記承認制御方針データを上記承認制御方針データ発生器に周期的に送信し、上記承認制御方針データ発生器は、上記複数のノード要素から受信された上記複数の承認制御方針データに依存して新しい承認制御方針データを発生するよう動作する。

【0010】本発明の第3の面により提供される複数のリンク要素によって接続された複数のノード要素からな

る通信ネットワークを介して通信信号データの伝送を行う方法は、承認制御方針データの組に従って各ノード要素への通信データを承認する段階と、各ノード要素で上記ノード要素の性能を表わす夫々の性能データを発生させる段階と、上記複数のノード要素に対応した上記性能データを集める段階と、上記集められた性能データに依存して新しい制御方針データを発生させる段階とからなる。

【0011】本発明の第4の面によれば、複数のリンク要素によって繋がれた複数のノード要素からなる通信ネットワークを介した通信トラフィックデータの伝送を制御する承認制御方針データを発生させる方法が提供され、この方法は、複数の承認制御方針データをデータ文字列の集団として表現する段階と、進化したデータ文字列の個体を得るため、再生、交叉、突然変異の組から選択されたデータ処理操作により上記データ文字列の集団を進化させる段階と、上記各データ文字列に対応した夫々の適応度データを発生させる段階と、上記適応度データに従って上記進化した集団の中から次世代のデータ文字列の集団からなる1個又は複数のデータ文字列を選択する段階とよりなる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明をよりよく理解し、本発明が実施される態様を示すため、添付図面を参照して本発明による特定の装置、方法及び処理をその例に限定されることなく説明する。以下、一例として本発明を実施するためのベストモードを説明する。以下の説明において、本発明を完全に理解するため多数の特定の詳細が示される。しかし、当業者に明らかのように、本発明はかかる特定の詳細を用いることなく実施される。他の例において、本発明を不必要にわかりにくくすることを避けるため、公知の方法及び構造の詳細な説明は行わない。

【0013】図2及び3を参照するに、リンク装置からなる複数の伝送リンクL1-L7によって繋がれた第1乃至第5の交換機S1-S5により構成された非同期転送モード(ATM)タイプの広帯域電気通信ネットワークが概略的に示されている。交換機と関連した顧客装置(CEQ)は、関連した交換機を通るネットワーク全体に亘るサービスのコネクションを要求する。顧客装置は、例えば、電話機、ファクシミリ装置、ビデオ装置、モデム等のATMネットワークを介して通信し得る装置であればいずれの装置でもよい。例えば、交換機S1を介して、ネットワークコントローラ200がネットワークに接続される。ネットワークコントローラ200は、典型的に、例えば、128メガバイトのメモリと、2ギガビットのハードディスク記憶容量とを有するヒューレットパッカード製ワークステーションである。図3に示される如く、交換機は、典型的に、通信呼が通過するバッファを含む複数の回線カードを収容する高さ約2.5乃至3.0mの直立型ラックからなる。スイッチファブ



リック装置は、顧客装置によって発生された通信データ信号の実際の行う。

【0014】交換機は通信データ信号のセルを相互に送信する。ネットワークを介した交換機間の通信データの伝送は、ATMシグナリング機構に組み込まれたトラヒック制御アルゴリズム、輻輳制御アルゴリズム、及び、サービス品質アルゴリズム、並びに、国際電気通信連合（ITU）から発行されたATM標準に記載されたフロー制御とによって制御される。ATM標準は、Place de s Nations, CH-121, Geneva 20, Switzerland に所在の ITUの営業販売サービス、又は、2570 West El Comeno Real, Suite 30, Mountain View, California C19040 4, USAに所在のATMフォーラムから入手可能である。顧客が例えば、音声通話を行うためネットワークを介して通信したいとき、顧客装置は、ネットワークを経由する新しいコネクションをセットアップするため、発信側交換機、例えば、交換機S1に要求する。顧客装置は、最初に、コネクションをセットアップするため電子信号を転送することにより交換機S1と交渉する。顧客装置は、例えば、要求ピークセルレート、要求サービス品質（QoS）、被伝送データのサービス種別、必要な他の全てのコネクションパラメータのようなコネクションのためのパラメータを電子的に知らせる。交換機内には、顧客により要求されたコネクションの直接の接続を行うためネットワークを介して十分な伝送リソースが利用可能であるか否かを判定するコネクション承認制御（CAC）要素が設けられている。コネクション承認制御（CAC）要素は、ATMネットワークを介してコネクションをセットアップするコネクション及び承認アルゴリズムを作動させる専用電子ハードウェアによって個々の交換機のレベルに実現される。かかるアルゴリズムは、ATM標準のATMレイヤ又はATM適応レイヤ（AAL）で動作する。交換機間のコネクションは、ノード要素の間で伝送された信号セルによって制御される。かかる信号セルは、セルがシグナリング情報のセルであることを表わすヘッダデータを搬送し、セルのデータ内容は、ノード要素の承認要素及びコネクション要素を構築する命令を供給する。ATMネットワークを介するシグナリングセルの伝送は、それ以外の場合には上位レベルの通信、即ち、ユーザ通信データのため使用される帯域幅を利用するので、ネットワークを介するシグナリング

セルの伝送は最小限に抑えることが望ましい。顧客装置の要求を満たすため十分な伝送リソースを利用できることがコネクション承認制御によって判定された場合、コネクションがセットアップされる。十分な伝送リソースを利用できないことが判定された場合、顧客のコネクション要求は拒絶されるので、既存のネットワークのユーザに提供されるサービス品質は損なわれない。ATMコネクションによって示されるサービス品質は伝送中に損失又は廃棄されたセルの個数に依存する。

【0015】本ベストモードにおいて、各交換機は、局部交換機レベルでコネクション及び承認制御方針を適宜選択する局部制御機構を作動し、一方、ネットワークコントローラは、各交換機に現時に組み込まれた方針の結果に基づいて、戦略的なレベルでネットワークを介して作動される全体的なコネクション、承認及び制御方針を改善する集中制御機構を作動する。ネットワークを介したコネクション及び承認方針の制御は、局部交換機レベルでネットワーク全体に分散型制御と、ネットワークコントローラの集中型制御との混成である。

【0016】図4を参照するに、リンクL1、L2、L7を経由してATM広帯域ネットワーク全体に伝送するための顧客装置からのサービス要求を受信するATM交換機400が概念的に示されている。サービス要求は、要求されたコネクションに関するコネクションパラメータを指定するデータを収容するセルにより構成される。かかるパラメータには、

- ・コネクションのエンドポイント
- ・コネクションの要求帯域幅
- ・可変ビットレート、適応ビットレート、又は、固定ビットレートのような要求された伝送の種別
- ・コネクションが2個のエンドポイント間のポイントツーポイントであるか、例えば、1個の発信元から多数のエンドユーザへの放送であるポイントツーマルチポイントであるか、又は、例えば、多数のユーザ間のテレビ会議のようなマルチポイントツーマルチポイントであるかを表わす要求された接続性が含まれる。

【0017】サービス要求を含み得るデータが以下の表1に列挙されている。

【0018】

【表1】

表1

#### サービス要求データ

- ピークセルレートデータ
  - サービス種別データ
  - サービス品質（QoS）データ
  - コネクションのエンドポイントデータ
  - 要求された帯域幅データ
  - 伝送モードデータ
- 例：
- 可変ビットレート（VBR）
  - 適応ビットレート（ABR）
  - 固定ビットレート（CBR）



【0019】交換機はサービス要求データを受信し、伝送容量に関して交換機自体の状態を表わす記憶された状態データとこのサービス要求データを比較する。交換機400は、(1) 負荷と、(2) 輻輳に起因して交換機内で失われるセルの数を表わし、サービス品質が判定されるセル廃棄と、(3) データレート及び専用回路の利用性を表わし、バッファを通過するセルレートと、(4) セルの要求、即ち、交換機でのサービス要求の呼到着レートのような交換機の性能パラメータを表わす信号を発生させることにより固有の状態データを発生する。交換機は、ATM標準で定められたアドバタイズメント信号の系統を介して隣接した交換機の負荷及び輻輳に関係した情報を選択的に受信するので、隣接した交換機の状態を知る。

【0020】状態データは交換機によって保有される知識ベースの一部を形成する。知識ベースは、交換機の承認及びコネクションを操作する交換方針と関係した承認制御方針データを収容する。承認制御方針データは決定テーブルデータの形式で電子的に記憶される。方針データは交換機の承認制御ハードウェアを制御する。各交換

10

機は別々の承認制御方針と対応したM組の決定テーブルデータを格納する。各交換機は複数の決定テーブルデータの組を保有するが、同時に活性的に操作されるのは1組だけであり、一つの方針だけが同時に操作される。方針データは、選択された活性的な決定テーブルによって表わされた方針に従ってコネクション及び承認を実時間で行う交換機により作動されたコネクションアルゴリズム及び承認アルゴリズムに入力される。また、交換機の知識ベースは、例えば、64キロビット/秒の音声コネクション、映像コネクション、テレビ会議コネクションのようなネットワークを介して利用可能な種々のサービスの種別を表わすサービス種別データを、上記サービスを補助するため要求される帯域幅、上記サービスを補助するピークセルレート、並びに、例えば、上記サービス種別を補助するため要求される可変ビットレート、統計学的ビットレート、適応ビットレートのような伝送モードと共に含む。各交換機に保持された知識ベースを構成するデータは以下の表2に列挙されている。

【0021】

【表2】

表2

交換機知識ベース	
サービス種別データ	- 64 kビット/秒音声 - 映像 - テレビ会議 - その他
	} 帯域幅 } ピークセルレート } 伝送モード } - SBR } - ABR } - CBR
状態データ	方針データ
- 負荷データ - サービス品質(QoS) データ - セル放棄データ - バッファセルレート(利用率) データ - 要求(呼到着レート) データ	- 決定表データ - 閾値データ - サービス種別データ

【0022】図5を参照するに、承認制御方針データが示されている。承認制御方針データは、交換機がサービス要求を容認するか、又は、拒絶するかを判定する決定テーブルからなる。決定テーブルは、例えば、ハードディスクドライブ装置又は揮発性メモリのようなコンピュータ読み取り可能記憶手段に情報のビットの形式で電氣的又は磁氣的信号として記憶される。図5に示されたデータは、上記データのビットの情報内容を表わし、説明の便宜上、表形式で示されている。

【0023】図5において、第1列にはユーザからのサービス要求中に指定され得るデータの種別が記載されている。例えば、サービス種別データST1は、毎秒64キロビットの音声データと関係し、サービス種別データST2は、毎秒5.3メガビットの圧縮ビデオデータと関係し、N個のデータの種別に対し同様である。呼セットアップ要求内のトラヒック記述子は、交換機に分かっているサービス種別の中の一つに割り当てられ、サービ

40

ス種別指定は交換機が構成されたときユーザによって行われる。図5において、水平軸は、秒当たりのセルの単位で測定された零負荷と最大負荷 $L_{max}$  との間の負荷増分に関して交換機上の負荷を表わす。各サービス種別毎に、要求されたサービス種別が交換機によって承認されるか否かを判定するブール値0又は1であるカットオフ閾値 $t$ が負荷の各値に格納される。1秒当たりのセル内の負荷は、交換機内の個別の回線カード上の個別の負荷の合計から決定される交換機全体としての負荷と関係する。あるタイプの交換機は、交換機全体としての負荷と関係した情報の発生だけをサポートし、一方、他のタイプの交換機は、例えば、ノーザン テレコム リミテッドから入手可能なConcorde(登録商標)型交換機は、交換機内の個別の回線カード上の個別の負荷に関する情報をサポートする。

【0024】サービス要求のコネクションを受認又は拒絶する決定は、現時に活性的な図5の決定テーブルに従

50

って実時間で行われる。例えば、交換機が最大負荷で動作するとき、テレビ会議関連データを表わすサービス種別ST2に対し、閾値 $t_{2n}$ は0である可能性が高く、即ち、最大負荷で交換機が新しいテレビ会議コネクションを拒絶することを意味する。

【0025】図5の決定テーブルに加えて、交換機は、現時に活性的な承認制御方針を行う交換機により現時に与えられるサービス品質(QoS)を表わすサービス品質データと、交換機の知識ベースに埋め込まれた先のコネクション方針決定を行ったときの過去のサービス品質データとを発生する。サービス品質データは図6に表形式で概略的に示されている。サービス品質データは、方針データと同様に電子的に記憶される。図6の垂直軸には、サービス種別ST1, ST2, . . . , STnが表示され、水平軸には、交換機を通るセルで一つおきに測定された零負荷 $L_0$ と最大負荷 $L_{max}$ との間で負荷増分に関して負荷が表わされている。図6の負荷は図5の負荷と対応する。各サービス種別毎に、そのサービス種別のデータに対するサービス要求を受認又は拒絶する場合に得られたサービス品質を表わすサービス品質データが負荷の各値で発生される。サービス品質データは、0乃至1の範囲の値を有する呼ブロッキング確率Pからなる。例えば、閾値 $t_{10}$ が1であるとき、即ち、零負荷及びサービス種別ST1のデータの場合に、閾値 $t_{10}$ が1に設定されているので、サービス種別ST1のデータに対するサービス要求が受認される。図6において、0乃至1の範囲の値を有するサービス品質データ $P_{10}^A$ は、交換機が初期的に零負荷である場合の呼ブロッキング発生確率を与え、サービス種別ST1のデータが交換機で受認される。交換機が初期的に零負荷であり、サービス種別ST1のデータが低データレートであるならば、サービス要求が受認される呼ブロッキング確率 $P_{10}^A$ は低くなり、換言すれば、比較的高いサービス品質が得られる。同様に、閾値 $t_{11}$ が零の初期負荷で0に設定され、サービス種別ST1の要求接続データが拒絶された場合、別の呼ブロッキング確率 $P_{10}^D$ が交換機で発生する。

【0026】同様に、サービス種別ST1が要求され、交換機が最大負荷で動作するとき、上記負荷及びサービス種別に対応した閾値 $t_{1n}$ が0であるならば、即ち、要求が拒絶されたならば、対応した誤り確率 $P_{1n}^D$ は、サービス種別ST1のデータのサービス要求を受認する閾値が1に設定された場合の呼ブロッキング誤り確率 $P_{1n}^A$ を下回る。

【0027】図7を参照するに、現時に活性的な方針データ及び対応する状態データの交換機からネットワークコントローラへの通知が示されている。複数の交換機S1-S5は、現時の承認方針決定が現時に行われる現時の決定テーブルデータを格納する専用の知識ベースを有し、現時の活性的承認方針決定に従って動作する交換機

の現在の性能を表わす現時の状態データを発生する。交換機は、所定の動作期間中、活性的決定テーブルを操作するように構築され、この所定の動作期間は交換機に設定され、或いは、ネットワーク内の全ての交換機若しくは個別の交換機に対しネットワークコントローラ200により集中的に設定され得る。好ましい動作期間は、予め設定された数のコネクション決定を行うため要する時間間隔又は期間である。現時の能動的決定テーブルの制御下で交換機の動作中に、例えば、適当な信号が交換機の正常動作を通じて利用可能になると共に、対応した状態データが交換機で周期的又は実時間で更新される。各交換機の知識ベースは、現時に実行されていない別の決定テーブルの組からなり、その組の中には先行した期間中に先に実行された決定テーブル、並びに、交換機によって実行されなかった決定テーブルが含まれる。交換機によって先に実行された決定テーブルの場合に、上記決定テーブルの実行から生じる対応した状態データは交換機の知識ベースに格納される。

【0028】各交換機は、操作する決定テーブルの選択を局部的に制御する。交換機は、記憶されたM個の決定テーブルの中から、交換機によって作動された局部選択アルゴリズムの制御に基づいていずれか一つの決定テーブルを選択する。アルゴリズムは、好ましくは、最良のサービス品質データを発生、又は、発生させる可能性のある決定テーブルデータを利用してM個の決定テーブルデータの中から一つを選択するように構成される。交換機は、統計学的に意味のある決定テーブルの操作から発生した状態データを十分に収集することができる所定の動作期間中に、現時に選択された決定テーブルデータを操作するように設定される。状態データと、特に交換機によって発生されたサービス品質データが新しい活性的な決定テーブルデータを使用する際にサービス品質の重大な劣化を示す場合、交換機は、所定の動作期間の終了前に、決定テーブルデータを無効にし、局部的に記憶されたM個の決定テーブルの組から選択された他の決定テーブルで置き換え得る。各交換機は制限されたM個の決定テーブルを記憶し、ネットワークコントローラから新たに受信された決定テーブルデータは、最低のサービス品質データを生じる現時に記憶されたM個の決定テーブルの中の決定テーブルデータを置換する。

【0029】図7に示される如く、現時の承認制御方針データと、各交換機のサービス品質を表わす対応した現時の状態データは、ネットワークコントローラ200に規則的な間隔で送信される。送信のための規則的な間隔はネットワークコントローラでプリセットできる。例えば、ネットワークコントローラは、交換機から現時の方針データ及び現時の状態データを収集するため、規則的なプリセット伝送間隔毎に全ての交換機に対し質問を出す。或いは、状態データが交換機で動作する通常の内部データダンプを通じて利用可能になると共に、並びに、

10

20

30

40

50

利用可能なとき、又は、特定の交換機の現時の状態データ若しくは現時の方針データに変化があるとき、交換機は、現時に作動する方針データ及び対応した状態データをネットワークコントローラに送信するよう構成してもよい。各交換機S1-S5に対する現時の方針データ及び対応した夫々の現時の状態データは、データを収集するネットワークコントローラ200に送信される。

【0030】各交換機は、交換機に局部的に記憶された承認制御方針データに従って通信データトラヒックを承認する。ネットワークコントローラは、交換機から受信された複数の承認制御方針データに依存して各交換機でネットワーク全体へのトラヒックデータの承認を制御する承認制御方針データを発生する。交換機は、夫々、源氏の承認方針データをネットワークコントローラに送信する。

【0031】図8を参照するに、本発明の特定の方法を実施し得るネットワークコントローラ200の配置を概略的に示す図である。かかるネットワークコントローラの一例は、ノーザン テレコム リミテッドから入手可能な公知のconcorde（登録商標）ネットワークマネージャである。ネットワークコントローラは、ATM標準に定義されたネットワーク制御シグナリング装置を経由して、例えば、ノーザン テレコム リミテッドから入手可能な非同期転送モード交換機であるConcorde（登録商標）、Vector（登録商標）又はPassport（登録商標）のような種々のタイプの交換機からの信号を受容するように構成された通信ポート800を介して交換機から現時の方針データ及び現時の状態データを受信する。ネットワークコントローラ200のハードウェア要素は、通信ポート800と、プロセッサ801と、付随したメモリ802と、ビデオモニタ、データ入力用キーボード、マウスのようなポインティング装置、1台以上の印刷装置、及び、例えば、数ギガビットのデータ記憶容量を有するハードディスクドライブ装置のような1台以上のデータ記憶装置により構成できるグラフィックユーザインタフェース（GUI）とからなる。ネットワークコントローラは、各交換機毎に受信された現時の方針データ及び対応した現時の状態データをデータ記憶装置からなる管理情報ベース804に格納するため、例えば、公知のUNIXオペレーティングシステム803に従って動作する。ネットワークコントローラを動作させる制御信号は、遺伝的アルゴリズム最適化アプリケーション805を動作させる最適化エンジン805と、予測エンジンアプリケーション806と、シミュレーションエンジンアプリケーション807とからなるアプリケーションプログラムの形式で記憶される。アプリケーションは、ネットワークコントローラのデータ記憶装置又は他のコンピュータ読み取り可能媒体に格納され、データを処理させ、ネットワーク内の交換機を作動するため交換機に制御信号を発行させるべく

プロセッサを作動するように配置された制御信号からなる。予測エンジン、遺伝的アルゴリズムエンジン及びシミュレーションエンジンは、ネットワークコントローラのメモリ又はデータベースに格納された制御信号に従って作動されたネットワークコントローラのプロセッサ801により構成される。制御信号はネットワークコントローラの電子的プロセッサ801を通過する電子信号によって表現された方針データ及び状態データを処理するように動作し、プロセッサは、ノード装置、即ち、ネットワークの交換機に伝送される電子信号の形式のデータを、ATMシグナリング標準に従ってネットワーク全体に伝送されたデータ信号のセル内のデータとして出力する。

【0032】管理情報ベース804は、データがアプリケーションによってアクセス可能な共用メモリ領域900に置かれる黑板アーキテクチャに従って動作する。図9を参照するに、ネットワークコントローラの黑板アーキテクチャが概略的に示されている。各交換機から受信された現時の方針データ及び現時の状態データは、黑板アーキテクチャを用いる遺伝的アルゴリズムエンジンと、予測エンジンと、シミュレーションエンジンとによる質問のため利用可能である。状態データ901及び方針データ902に加えて、アプリケーション805-807は、黑板アーキテクチャを介してこれらのアプリケーションを補助する別のアプリケーションにアクセスすることが可能である。予測エンジン806及びシミュレーションエンジン807は、レイアウト、接続性、並びに、予測エンジン及びシミュレーションエンジンの動作のため必要な他のパラメータを記述するネットワークモデルデータ903にアクセスする。予測エンジン806は予測モデルデータ904へのアクセス権を有し、この予測モデルデータ904は、例えば、予測エンジンにより構成された予測アルゴリズムへの入力用の曲線当てはめパラメータ又は重み付けパラメータを含む。シミュレーションエンジン807は、動作するため必要な種々のパラメータからなるシミュレーションモデルデータ905へのアクセス権を有する。予測エンジン及びシミュレーションエンジンはサービス種別データ906へのアクセス権を有し、このサービス種別データ906は、ネットワークで利用可能な種々の通信トラヒックサービスの種別に関するパラメータ、例えば、データレート、要求される帯域幅からなる。

【0033】図10を参照するに、ネットワーク内の各スイッチによって作動された承認方針を最適化及び制御することによりネットワークを経由する通信データの全体的な伝送を改良する処理の一般的な概要が示されている。図10を参照して説明される処理は、ネットワーク内の各交換機によって作動された現時の承認方針と関係した情報を収集するため動作し、ネットワークとネットワークのノード及びリンク要素の配置並びにコンフィギ

ュレーションに関する情報を現時の承認方針と共に用いることにより、信号決定テーブルからなる承認制御方針データ、又は、例えば5個である少数個の決定テーブルからなる方針データの組を生成し、個別の交換機によって実行されたとき、ネットワーク全体としての最適化された承認トラヒック制御動作を生ずる。単一の方針データ又は方針データの少数の組から選択された方針データは、ネットワークの各交換機により操作される。ステップ1000において、N台の交換機からなるネットワークはN個の活性的決定データテーブルを操作し、即ち、1台の交換機当たり1個の活性的決定データテーブルを操作する。同時に操作されるN個の決定データテーブルの中で、交換機と交換機との間で方針データが重複する場合、即ち、N個の決定データテーブルの中の一部又は全部が相互に一致する場合がある。各交換機はM個の決定テーブルを記憶し、その中の1個の決定テーブルだけがある時点で同時に交換機で操作される。交換機は、特定の方針データの制御下で動作するとき交換機によって生成されたサービス品質状態データを、交換機に記憶されたM個の方針データの中の他の方針データの制御下で操作するとき交換機によって生成されたサービス品質データと比較することにより、操作されるべき方針データを選択する。ステップ1001において、各交換機は、現時の活性的な方針の下で動作する交換機の現時の性能を表わす図6に示されたサービス品質に関して現時の状態データを発生させる。かくして、各交換機は、図5に示されるように対応した局部的に選択された現時の方針データを操作し、全ネットワークを介してある時点で同時に図6に示されたような対応した局部的に選択された現時のサービス品質性能データ（状態データ）を発生させる。ステップ1002において、各交換機は、夫々の現時に操作する方針データを、N台の交換機のN個の現時の決定テーブルを収集するネットワークコントローラ200に送信する。交換機は、方針データをネットワークコントローラに実質的に同時に送信し、或いは、相互に異なる時点で送信してもよい。ステップ1003において、交換機は、現時の状態を表わす現時のサービス品質情報を対応した方針データ決定テーブルと共に送信してもよく、これらはネットワークコントローラによって収集される。ステップ1004において、ネットワークコントローラは、N台の交換機から受信された収集された現時の方針データから新しい方針データを決定する。ステップ1005において、ネットワークコントローラは、新しい方針データが実際のネットワークに実現されている場合、実際のネットワークで期待される性能を表わすシミュレーションされたサービス品質性能データ（状態データ）を発生させ、実際のネットワークの交換機に送出する個別の新しい方針データを選択するためこのシミュレーションされた性能データを使用する。ステップ1006において、新しい方針データテーブル又は

新しい方針データテーブルの組を決定した後、ネットワークコントローラは、方針データテーブル又は新しい方針データテーブルの組を、ネットワークのN個のノードのN台の各交換機に配布する。交換機は夫々ネットワークコントローラから新たに発生された方針データを受信し、1個以上の最低の性能決定テーブルデータの組を新たに発生された1個以上の決定テーブルデータの組で交換することによりその新たに発生された方針データを上記のM個のテーブルデータの組と併合する。

10 【0034】図11を参照するに、各交換機で現時に操作する方針データのネットワークコントローラへの送信が概略的に示されている。交換機S1は現時の方針データSP1をネットワークコントローラに送信する。交換機S2は現時の方針データSP2をネットワークコントローラに送信し、現時の方針データSP2は現時の方針データSP1と同一でも同一でなくてもよく、N台の各交換機について同様である。現時の方針データは、ATM標準に定義されたシグナリング機構によってネットワークを介して伝送される。図5の決定テーブルはデータのセルにデータとして包含され、データセルのヘッダ部はデータセルがネットワークの動作のシグナリング情報であることを表わす。方針データに含まれる閾値 $t$ は、情報のビット、即ち、ブール値0又は1として直列に伝送される。図5を参照するに、方針データは左から右及び上から下の順にデータ値の文字列の形式で伝送される。

20 【0035】図12を参照するに、ネットワークのノード装置間の相互関係と、ネットワークコントローラ内のアプリケーションとが示されている。各交換機は、現時の活性的方針データを選択的に各ノード装置毎に対応した現時の状態データと共に、ネットワークを介してネットワークコントローラに送信する。このデータは、最適化エンジン制御パラメータデータの制御下で動作する最適化エンジン805に入力される。最適化エンジンは、受信された現時の方針データを、シミュレーションエンジン制御パラメータデータ及びネットワークモデルデータに従って動作するシミュレーションエンジン807に供給することによって受信された現時の方針データを評価し、次に、その方針データを進化させるため処理する。シミュレーションエンジンは、進化した方針データ及び現時の方針データを用いてネットワークの動作をシミュレーションし、シミュレーションされた状態データ、即ち、ネットワーク全体としてのモデルに適用された際に現時又は進化した方針データに対応したシミュレーションされたサービス品質データを生成する。シミュレーションされた状態データ、例えば、シミュレーションされたサービス品質データは、遺伝的アルゴリズムエンジン805に戻される。シミュレーションエンジン807は、予測エンジン806からネットワークの将来の動作に関する予測を予測された状態データの形式で受け

る。予測エンジン806は、図13に示される如く、現時の状態データ及び入力された現時の方針データに基づいて予測された状態データを発生する。状態データは、入力呼要求のようなサービス要求パラメータ、即ち、現時及び過去の両方で呼が各交換機に到着するレートを含む。予測エンジンは、各交換機における現時の呼要求及び過去の呼要求に基づく未来の呼要求のような未来のサービス要求パラメータを予測するように構成され、予測エンジン制御パラメータデータを受信する。予測された状態データはシミュレーションエンジン807に供給される。

【0036】図14を参照するに、シミュレーションエンジン807は、管理情報ベースからネットワーク全体としてのレイアウト及び接続性を表わすネットワークモデルデータ903を受け、ネットワークコントローラからネットワーク要素の現時のパラメータ、例えば、現時のバス利用性、各交換機に現れた現時の呼要求を表わすシミュレーションエンジン制御パラメータデータ1400を受け、予測エンジン806からネットワークの状態の予測、例えば、予測された要求を表わす予測された状態データ1401を受け、最適化エンジン805から予測されたバス利用性並びに進化した方針データ及び現時の方針データ1402を受ける。シミュレーションエンジン807は、後述する如く、現時の各方針データ及び進化した各方針データ毎にシミュレーションされたサービス品質を出力する。

【0037】シミュレーションエンジン807及び予測エンジン805は、以下、図15を参照して説明するように、最適化エンジン805により作動された遺伝的アルゴリズム処理内の評価ステップとして動作する。図15を参照するに、遺伝的アルゴリズムエンジンは、ステップ1500において方針データの初期集団から処理を始める。方針データからなる各決定テーブルは、図16に示される如く、データのビットの文字列として表現される。図16において、閾値 $t_{11}$ ,  $t_{12}$ , ...,  $t_{nm}$ を有する決定テーブルは、 $n$ 個のサービス種別を操作し、 $m$ 個の負荷レベルを識別し得る交換機の場合に $n \times m$ ビットの固定長のブール論理値0, 1の文字列として表現される。決定テーブル内の閾値の $x$ ,  $y$ 座標に対応する文字列の範囲内の情報のビット位置は、図5に示されている。図16には、5個の各交換機から受信された方針データの表記が示され、各交換機の方針データは長さ $n \times m$ ビットのブール論理値の文字列として表現されている。本例において閾値 $t_{nm}$ はブール論理値として表現されているが、閾値は、各閾値を16進数値として表現することによりもっと複雑な値として定義しても構わない。しかし、本ベストモードにおいて、閾値は0又は1の値のブール値として表現される。

【0038】ステップ1500において、初期集団は、ネットワーク状の交換機からステップ1501に供給さ

れる方針データテーブルを表わす文字列と、ネットワークコントローラにより発生されたランダム生成型方針データを表わすランダム生成された文字列の組とにより構成される。遺伝的アルゴリズムが処理を進めると共に、多数のランダム生成された文字列が淘汰され、新しい文字列で交換される。

【0039】ステップ1502において、文字列の集団は評価され、対応する適応度データが各文字列毎に生成されるので、集団の最適文字列がステップ1503で選択される。選択された文字列はステップ1504で進化し、進化した文字列はステップ1505において新しい集団の基礎を形成する。新しい集団は、第2世代の新しい手段を形成するためステップ1506において再評価、再選択、再進化され、所定数の集団の間、又は、更なる進化が集団に有意な適応度の改善を生じなくなるまで以下同様に繰り返される。多数の世代が進化する所定の間隔で最新の方針データがステップ1501において交換機から供給される。ステップ1502乃至1506を多数回通る所定の最適期間後、又は、更なる有意な集団の改良が世代間で生じないとき、ステップ1507において、選択された文字列は交換機に伝達された新しい方針データの基礎を形成する。交換機からの方針データの受信と、新しい方針データの交換機への送信との間で、遺伝的アルゴリズムエンジンがステップ1502乃至1506に表わされた遺伝的処理の多数の繰り返しを行うように、ステップ1502乃至1506はステップ1501, 1507の各動作毎に多数回動作する。

【0040】図17を参照するに、ステップ1503の文字列選択のため使用される適応度規準を生成するための評価処理1502内のステップが示されている。ステップ1700において、交換機から受信された現時の方針データを表わす方針データ文字列と、ステップ1500においてランダム生成された初期方針データと、ステップ1504で生成された進化した方針データは、ネットワーク内の各交換機の動作をシミュレーションするシミュレーションエンジン807に同時に入力される。ステップ1701において、単一の文字列が複数のシミュレーションされた各交換機に割り当てられる。ネットワークの動作のシミュレーションは、ステップ1702においてシミュレーションエンジンアルゴリズムを作動することにより各文字列に対し実行される。ネットワークシミュレーション中に、遺伝的アルゴリズムから文字列として入力された各方針データは、別個のステップ1701においてモデル化された各交換機に適用され、シミュレーションは各交換機が文字列によって決定された同じ方針データを操作する場合に動作するネットワークをモデル化する。シミュレーションエンジンは、1個の方針データが全交換機に同時に適用される場合に、選択された特定の方針データを用いて動作する各交換機毎にシミュレーションされたサービス品質を生成する。ステッ

10

20

30

40

50

ブ1703において、シミュレーションエンジンは、方針データを操作する各交換機毎にサービス品質データを計算する。シミュレーションエンジンアルゴリズムは、ネットワーク全体としての動作を電子的な形式でモデル化する。交換機は、ネットワークモデルデータ903に従ってリンク要素により繋がれたノード要素として表現される。実際のネットワークに現時に適用可能なパラメータ、例えば、管理情報ベースから読み出し得る呼要求、パス利用性はシミュレーションエンジン内で表現され、シミュレーションエンジンは予測された状態パラメ

ータ、例えば、予測エンジンから入手可能な予測された呼要求及び予測されたパス利用性を用いてネットワークの未来の動作を表現する。

【0041】5台のシミュレーションされた交換機により構成されたシミュレーションされたネットワークに対し、X個の文字列からなる集団が評価されるシミュレーションエンジンの出力は以下の表3に記載されている。

【0042】

【表3】

10

表3

文字列A	シミュレーションされた	サービス品質	交換機1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機5
文字列B	シミュレーションされた	サービス品質	交換機1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機5
⋮			
文字列X	シミュレーションされた	サービス品質	交換機1
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機2
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機3
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機4
	シミュレーションされた	サービス品質	交換機5

【0043】ステップ1503において、集団の文字列が選択され、そこから進化により集団が再生される。文字列はステップ1704で各文字列に対し生成された適応度規準に基づいて選択される。シミュレーションされたサービス品質の平均は、特定の文字列を用いて動作されるとき、シミュレーションされた各交換機毎にシミュレーションエンジンによって生成される。表3において、各文字列は、シミュレーションされた各交換機と関係した別個のシミュレーションされたサービス品質を生成する。各文字列に対し、適応度の測度が各交換機に対するシミュレーションされたサービス品質の平均として利用される。例えば、5台の交換機がネットワーク内に表現されているとき、文字列Aの適応度規準は、交換機S1乃至S5に対し文字列Aを用いてネットワーク性能をシミュレーションすると共に生成されたシミュレーションされたサービス品質の平均サービス品質である。

【0044】かくして、X個の文字列の集団に対し、1文字列につき1個ずつのX個の適応度規準が得られる。最も適応した文字列は、X個の全適応度規準の平均を参照して選択され、換言すれば、最も適応した文字列は、X個の全適応度規準の平均を利用し、平均適応度規準、即ち、X個の適応度規準の平均に関して最高性能を有する個々の文字列を選択することによって選択される。しかし、文字列は、必ずしもシミュレーションされたサービス品質の最高平均を有する文字列として選択されなく

てもよい。文字列の順番が変わる場合に、集団内での適応性を維持し、集団が制限された数に収束することを防止するため、準最適文字列の一部分が集団内に保持される。文字列は、最良のサービス品質を有する文字列の選択に有利である確率関数を用いて適応度規準に基づいて選択されるが、準最適サービス品質を有する文字列を完全には除去しない。

【0045】ステップ1504において、文字列は交叉、再生、及び突然変異によって進化される。交叉、再生及び突然変異の技術は、デビッド イー ゴールドバーグ(David E Goldberg)著、「探索最適化及び機械学習における遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning)」、アディソン ウェスレイ、1989年発行、ISBN 0201 157675に詳細に記載されている。要約すると、文字列は、第1の文字列及び第2の文字列の一部分を相互に置換することによる交叉によって進化する。例えば、文字列Aの最初の12ビットは、文字列Bの最初の12ビットで置換され、文字列Bの最初の12ビットの場合、逆に置換される。交叉中に、結果として発生した交叉された文字列は、同じ長さn×mの値を維持する。文字列は、文字列のセグメント又は一部分をランダム生成された値とランダムに置換することによって突然変異させてもよい。さらに、文字列は、文字列を重複させることにより、或いは、2個以上の文字列の一部分から新しい文字列を作成

30

40

50



することにより簡単に再生される。文字列の一部分は、選択ステップ1503において淘汰されるので、X個の文字列の集団を維持するため、文字列の集団の縮小を回避すべく新しい文字列が再生により導入される必要がある。ステップ1505において新世代の文字列集団1505がシミュレーションエンジン807に入力され、第2世代の集団を得るためステップ1502乃至1504が繰り返され、以下同様である。この処理を通じて、データ方針の集団を表わす文字列の集団が改良される。文字列をネットワーク全体のシミュレーションに適用する評価ステップは、進化した文字列の集団を、ネットワーク全体としての性能を改良するコネクション及び承認方針を表わす集団に向ける。周期的に、新しい方針データを表わす文字列の集団は、ステップ1507において交換機に送信される。

【0046】図18を参照するに、ネットワーク内でネットワークコントローラから交換機に送信されるデータが概略的に示されている。ネットワークコントローラは、図15の処理により最適決定テーブルとして選択された単一の決定テーブル、若しくは、遺伝的アルゴリズムにより生成された最適文字列のサンプルを表わす少数の決定テーブルの組のいずれかである新しい方針データ1800を送信する。

【0047】図19を参照するに、ネットワークの各交換機に格納されたデータが概略的に示されている。交換機が新たに受信された方針データを現時の方針データとして与えると共に、交換機は、交換機によって与えられたサービス品質に対応する現時の性能データ1900を生成する。新しい方針データ1800の他に、交換機は過去の方針データ1901を記憶する。過去の方針データは、交換機によって実現された前の決定テーブルからなる。記憶された過去の方針データ毎に、対応する過去のサービス品質データ1902が交換機により記憶されるので、交換機は、前の実現された決定テーブルの記録を、これらの決定テーブルが交換機によって実現されたときに発生したサービス品質性能と共に保持する。ネットワークコントローラから新しい方針データを受信した後、交換機は、交換機側の全部でM個の決定テーブルの総数を維持したまま、前の方針データを新しい方針データで書き換える。新しい方針データ1800が単一の決定テーブルからなる場合、交換機はネットワークコントローラからの受信後にその決定テーブルを実現する。新しい方針データが決定テーブルの組からなる場合、交換機は新しい方針データ内で決定テーブルを選択し、所定の期間中、その決定テーブルを現時の活性的方針データとして実現する。

【0048】交換機は実時間で動作するので、ネットワークコントローラがネットワーク全体を通じて実現された方針データよりも著しく劣悪な新しい方針データ決定テーブルを生成した場合にネットワークが突然に故障す

ることを防止するため、各交換機は実現する方針データを選択する際に局部制御を利用する。交換機は所定の期間中、新しい方針データ1800を操作し、その方針データの操作から得られた結果のサービス品質が過去のサービス品質データ1902よりも劣る場合に、交換機は実現された方針データの局部制御を利用し、先に使用された過去の決定テーブルを選択し、これにより、ネットワークコントローラから受信された新しい決定テーブルの実現から生じたサービス品質データよりも優れたサービス品質データを生成する。

【0049】ネットワークコントローラから発行された新しい決定テーブルは、ネットワーク内のある種の交換機に対し、改良されたサービス品質を提供するが、ネットワーク内の他の交換機に対し性能の劣化を生じさせる場合がある。以前の性能と比較して性能が劣化した交換機は、ネットワークコントローラによって供給された新しい方針データを用いて利用可能なサービス品質よりも良好なサービス品質を局部的に提供するため、専用に記憶された過去の決定テーブルの組から選択された方針データを用いてネットワークコントローラにより発行された方針データを書き換える。次に、交換機がステップ1501において現時の決定テーブルをネットワークコントローラに返信するとき、ネットワークコントローラによって先に発行された決定テーブルを書き換えた任意の決定テーブルは、遺伝的アルゴリズムエンジンにより進化させられた文字列の集団に再導入される。かくして、現実のネットワークで実際に使用される決定テーブルの形式でフィードバックが行われると共に、シミュレーションエンジンで操作されたネットワークモデルと、現実のネットワーク及びその動作との間の格差に起因した方針への影響は、交換機からの現時の決定テーブルの収集機構を介して周期的に補正される。また、遺伝的アルゴリズムエンジン及びシミュレーションエンジンは、実際のトラヒック条件に関する情報、例えば、ネットワーク全体の要求及び利用性を組み入れるネットワークコントローラの管理情報ベースからの現時のパラメータデータのフィードバック機構入力を介して、現実のネットワークのトラヒック条件についての最新の情報が与えられる。

【0050】図20を参照するに、各交換機に与えられた動作的ステップが要約されている。ステップ2000において、各交換機はネットワークコントローラから新しい方針データを受信する。ステップ2001において、交換機は新しい方針データを操作し、新しいテーブル及び交換機に記憶された過去のテーブルから最高の対応したサービス品質性能データを生じる決定テーブルを周期的に選択する。次に、交換機は、ステップ2002において所定期間中、選択された決定テーブルを操作し続け、ステップ2003において現時に操作された決定テーブルに対応した現時のサービス品質データを生成す

る。ステップ2004において、交換機は、現時のサービス品質性能データを他の決定テーブルを用いて得られた前のサービス品質性能データと周期的に比較する。ステップ2005において、現時のサービス品質性能データが先行する過去のサービス品質データよりも劣る場合、交換機は、現時に操作された決定テーブルよりも優れたサービス品質データを有する先行の決定テーブルを選択し、ステップ2006においてその方針を実現し始める。交換機は、新しい方針データから未だ試行されていない決定テーブルを選択してもよい。しかし、ステップ2007において現時の決定テーブルが前のサービス品質性能よりも優れた現時のサービス品質性能データを生じる場合、交換機は、ステップ2008において、サービス品質データが劣る先行した過去の決定テーブルを現時の決定テーブルで書き換え、その方針を実現し始める。この機構を用いることにより、交換機は性能が劣る決定テーブルを廃棄し、交換機が操作した最良の決定テーブルの選択である新しい方針データ及び過去の方針データの組を保持する。所定の動作期間後、ステップ2009において、交換機は現時に動作する決定テーブルを、随機的に現時のサービス品質性能データと共にネットワークコントローラに送信する。ステップ2009で送信された情報は、ステップ1002及びステップ1501で入力されたデータからなる。

【0051】本ベストモードにおいて、コネクション承認制御方針の開発は、各交換機による方針の局部動作によってネットワーク全体に分散された各交換機の局部レベルで行われ、かつ、遺伝的アルゴリズム又は他の最適化技術を用いて全体的に最適化された方針データを開発することにより集中型ネットワークコントローラのネットワーク広域レベルで行われる。

【0052】本ベストモードは、非同期転送モード(ATM)ネットワークに関して説明されているが、本発明は非同期転送モードに限定されることはなく、伝送制御プロトコル/インターネットプロトコル、同期式デジタル階層、同期式光ネットワーク、グループシステム移動ネットワーク、及び複数のリンク要素によって繋がれた複数のノード要素により構成された一般的な通信システムを含む。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術による回線交換タイプの通信ネットワークの構成図である。

【図2】複数のノード要素及び複数のリンク要素からなる通信ネットワークの構成図である。

【図3】図2のノード要素及びネットワークコントローラの外形図である。

【図4】顧客装置から複数のサービス要求を受信する図2のネットワークのノード要素を概略的に表わす図であ

る。

【図5】ノード要素に対するサービス要求を容認又は拒絶する閾値の決定テーブルの形式で承認制御方針データを概略的に説明する図である。

【図6】ノード要素の性能又は擬似的な性能を表わす状態データの組を概略的に示す図である。

【図7】複数のノード要素からネットワークコントローラへの承認方針データ及び状態データの伝送と、ネットワークコントローラにおける承認制御方針データ及び状態データの収集とを概略的に示す図である。

【図8】本発明による特定の方法及び処理を行うため構築されたネットワークコントローラの内部アーキテクチャを概略的に示す図である。

【図9】別のネットワークコントローラの内部アーキテクチャを示す図である。

【図10】ネットワークの複数のノード要素への通信信号データの承認を制御する承認制御方針データを発生、最適化する本発明による一般的な処理を概略的に示す図である。

【図11】ネットワークのノード要素からなる複数の交換機からネットワークコントローラへのデータの伝送を概略的に示す図である。

【図12】ネットワークとネットワークコントローラとの間、並びに、ネットワークコントローラの予測要素、最適化要素及びシミュレーション要素の間のデータフローを概略的に示す図である。

【図13】ネットワークコントローラの予測要素に出入りするデータフローの説明図である。

【図14】ネットワークコントローラのシミュレーション要素に出入りするデータフローの説明図である。

【図15】ネットワークコントローラによる遺伝アルゴリズムデータ処理方法を概略的に説明する図である。

【図16】ネットワークコントローラの遺伝アルゴリズム処理により操作されたフォーマットで承認制御方針データの組を概略的に示す図である。

【図17】ネットワークコントローラにより操作される適応度テストデータ処理方法を概略的に説明する図である。

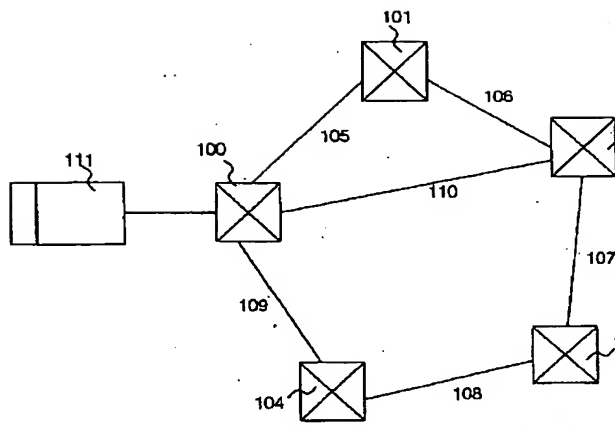
【図18】ネットワークコントローラからネットワークのノード要素に伝送されたデータのフローを概略的に説明する図である。

【図19】ネットワークのノード要素内のデータの配置を表わす図である。

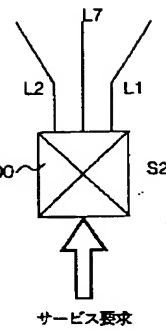
【図20】ノード要素への通信信号データの承認を制御する方法と、ネットワークを介した通信トラフィックデータの伝送を制御する承認制御方針データを発生させる方法とからなるノード要素で実行されるデータ処理ステップを概略的に示す図である。



【図 1】



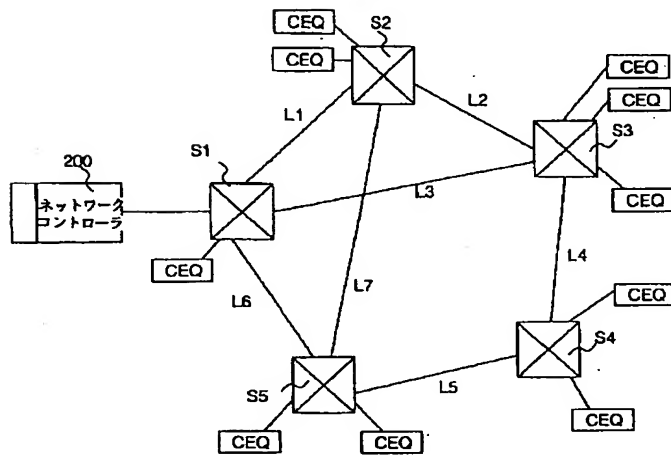
【図 4】



【図 5】

	負荷		
	$L_0$	$L_1$	$L_{max}$
ST1	$t_{10}$	$t_{11}$ -----	$t_{1m}$
ST2	$t_{20}$	$t_{21}$ -----	$t_{2m}$
ST3	$t_{30}$	$t_{31}$ -----	$t_{3m}$
...			
STn	$t_{n0}$	$t_{n1}$ -----	$t_{nm}$

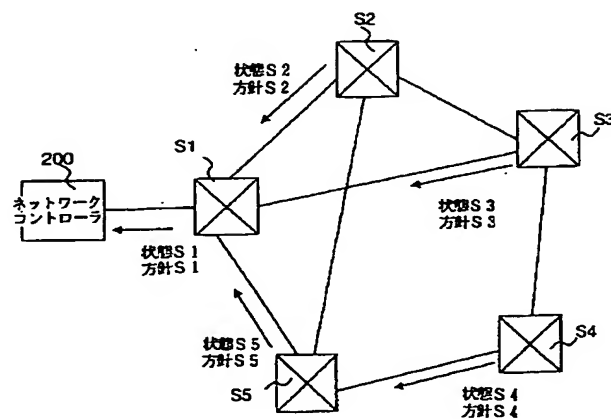
【図 2】



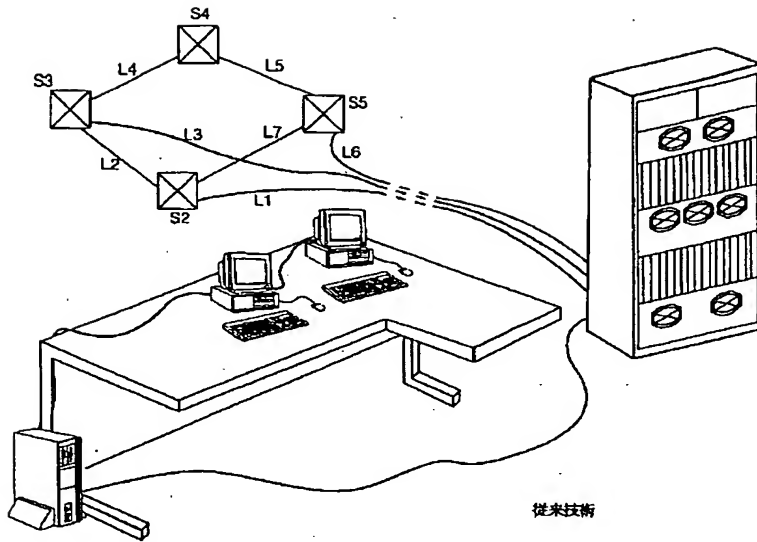
【図 6】

	$L_0$			$L_{MAX}$	
	A	D		A	D
ST1	$P_{10}^A$	$P_{10}^D$	-----	$P_{1m}^A$	$P_{1m}^D$
ST2	$P_{20}^A$	$P_{20}^D$	-----	$P_{2m}^A$	$P_{2m}^D$
...					
STn	$P_{n0}^A$	$P_{n0}^D$	-----	$P_{nm}^A$	$P_{nm}^D$

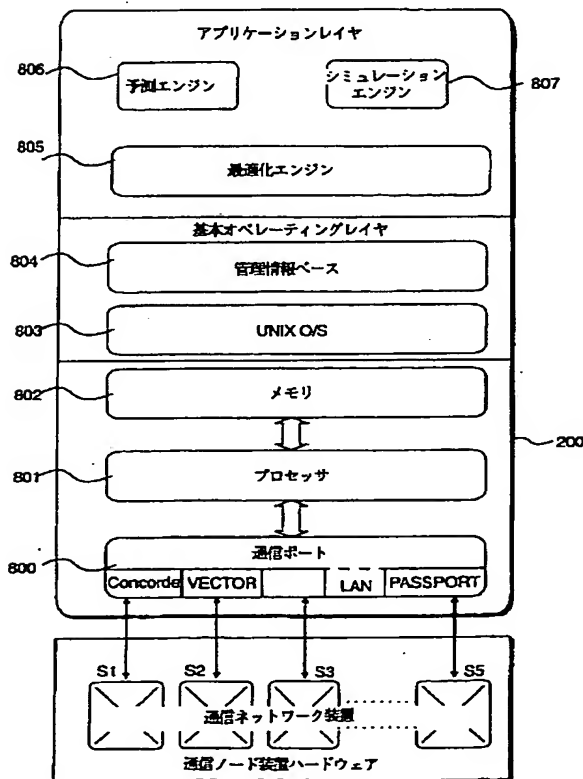
【図 7】



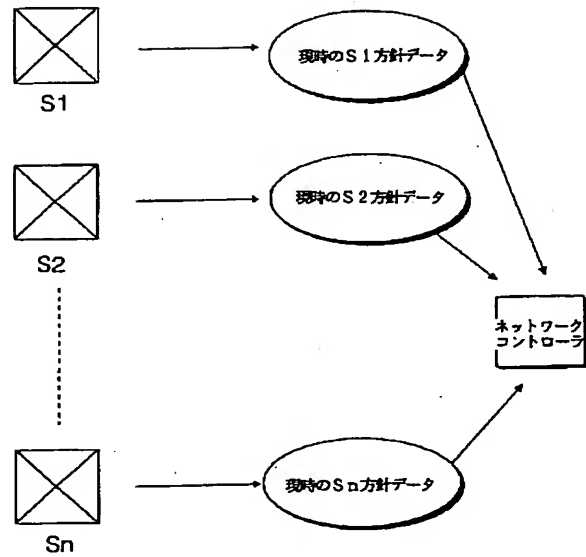
【図3】



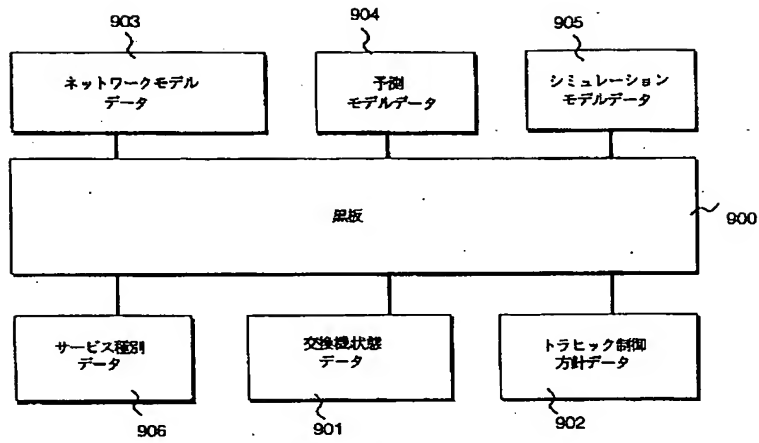
【図8】



【図11】



【図 9】



【図 16】

文字列

交換機 1

$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	---	$t_{1n}$	$t_{21}$	$t_{22}$	---	$t_{2n}$	---	$t_{n1}$	$t_{n2}$	---	$t_{nm}$
----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

交換機 2

$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	---	$t_{1n}$	$t_{21}$	$t_{22}$	---	$t_{2n}$	---	$t_{n1}$	$t_{n2}$	---	$t_{nm}$
----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

交換機 3

$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	---	$t_{1n}$	$t_{21}$	$t_{22}$	---	$t_{2n}$	---	$t_{n1}$	$t_{n2}$	---	$t_{nm}$
----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

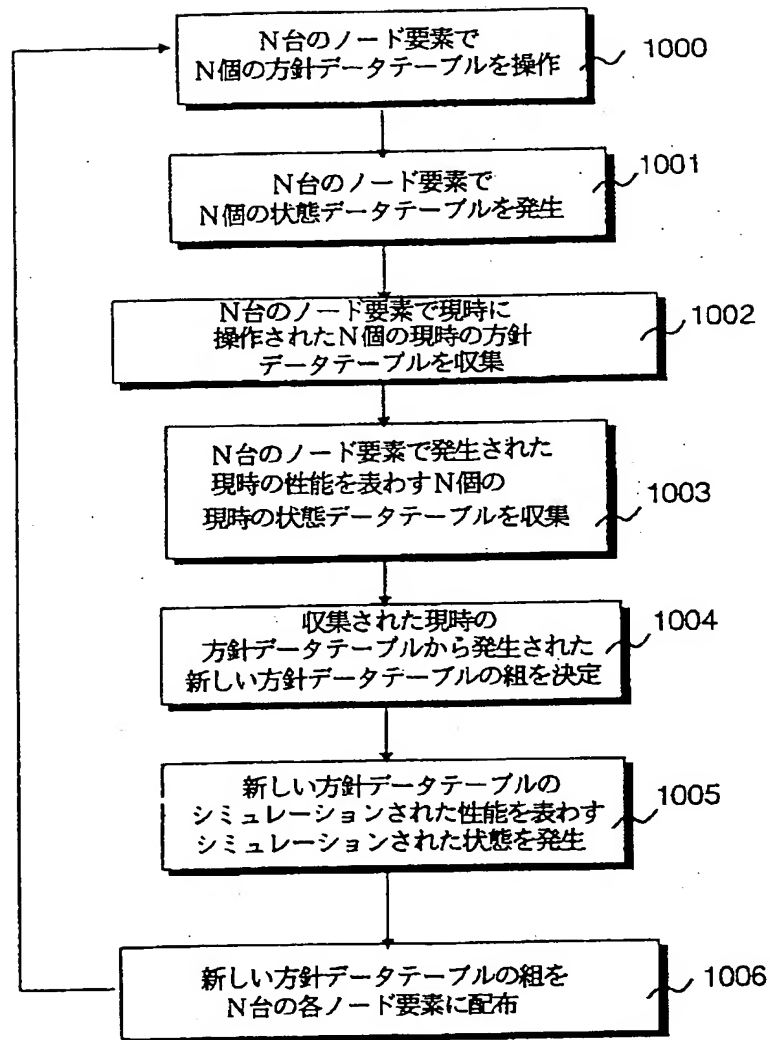
交換機 4

$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	---	$t_{1n}$	$t_{21}$	$t_{22}$	---	$t_{2n}$	---	$t_{n1}$	$t_{n2}$	---	$t_{nm}$
----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

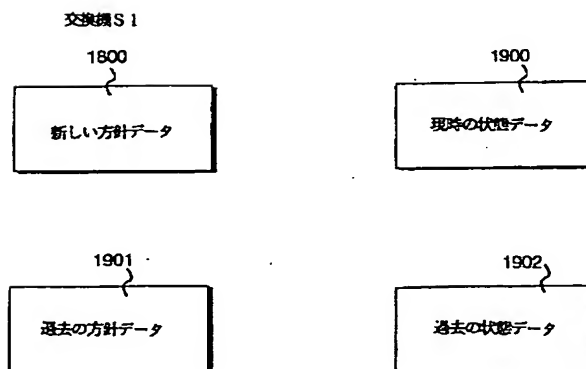
交換機 5

$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	---	$t_{1n}$	$t_{21}$	$t_{22}$	---	$t_{2n}$	---	$t_{n1}$	$t_{n2}$	---	$t_{nm}$
----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------	-----	----------	-----	----------	----------	-----	----------

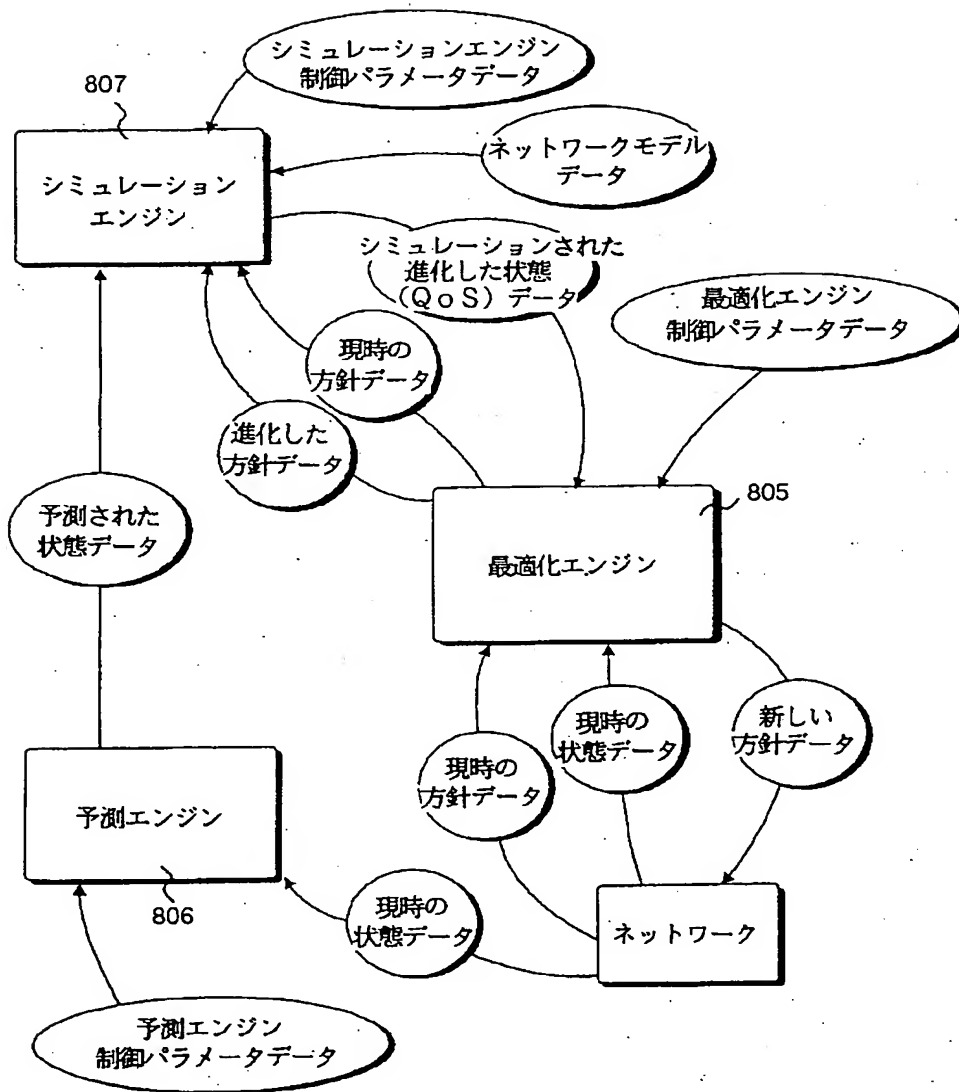
【図10】



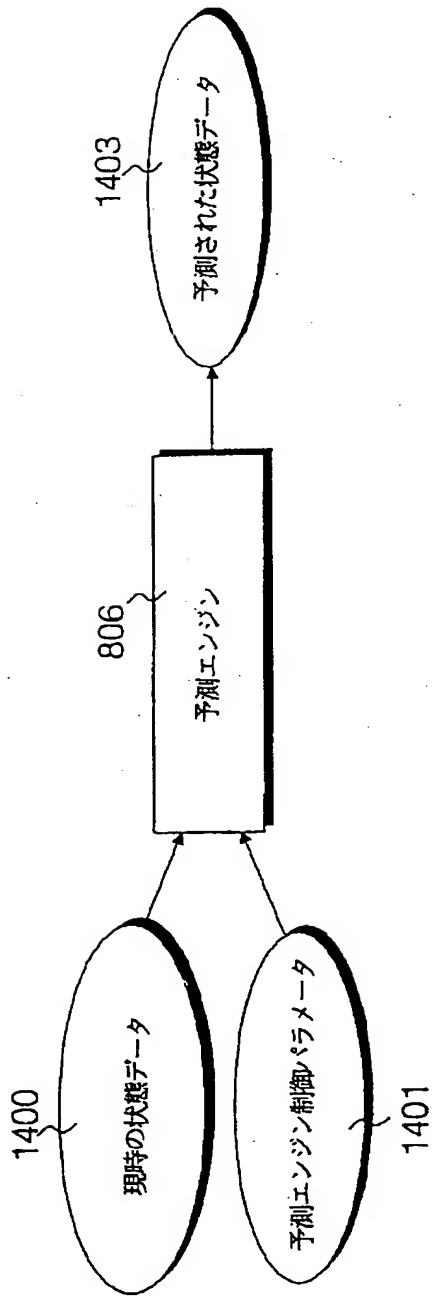
【図19】



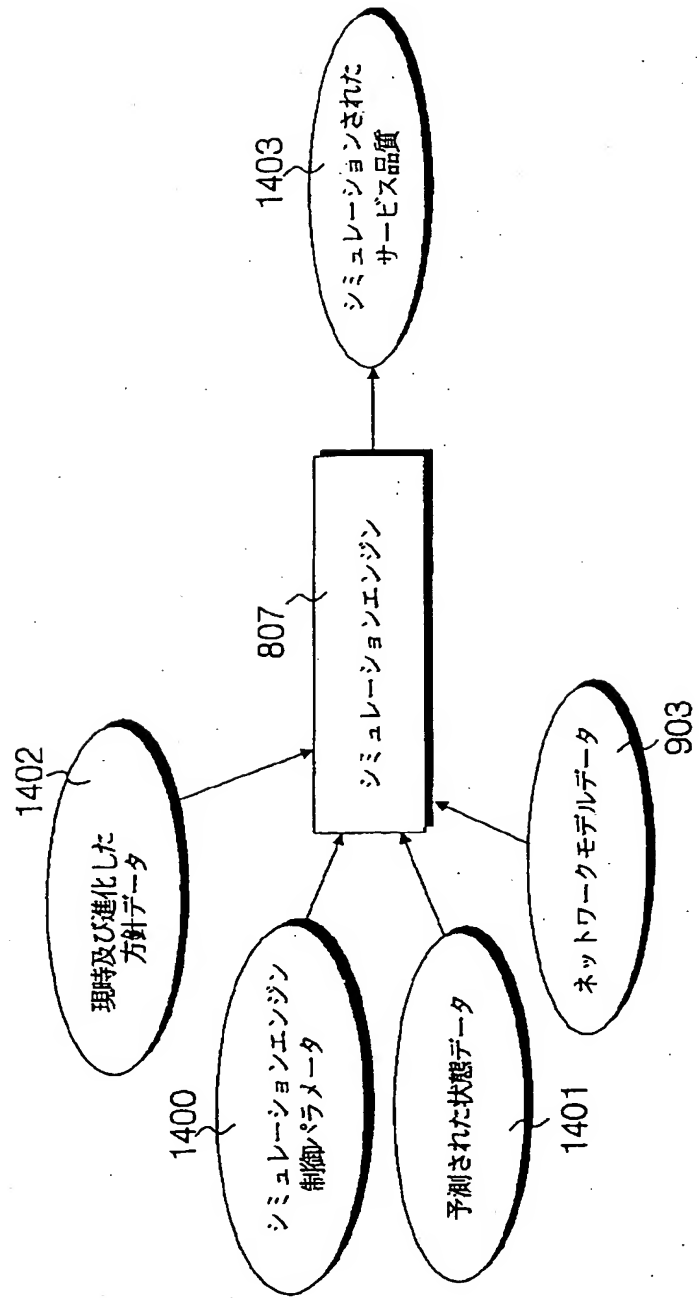
【図12】



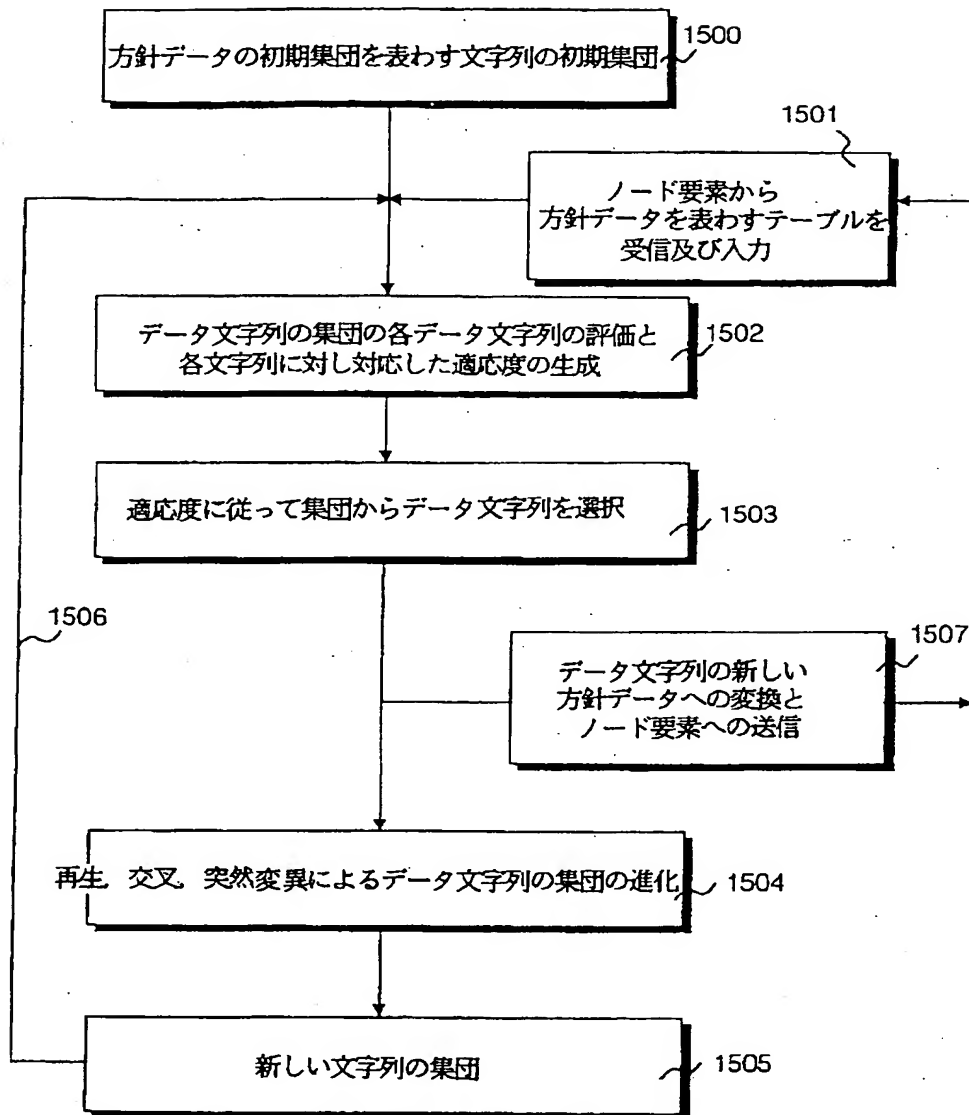
【図13】



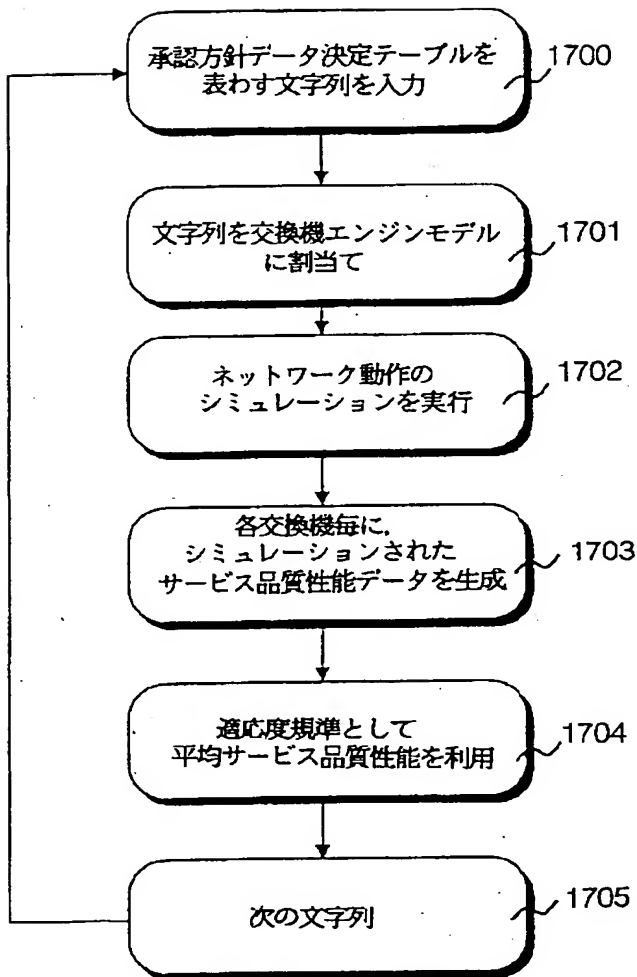
【図14】



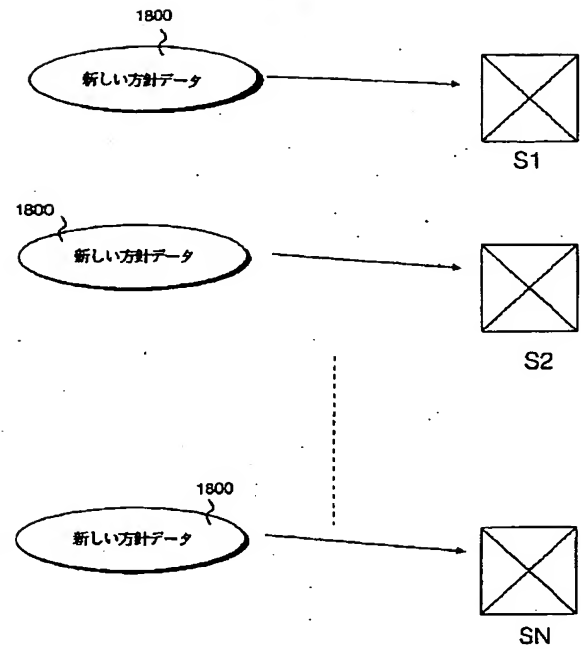
【図15】



【図17】

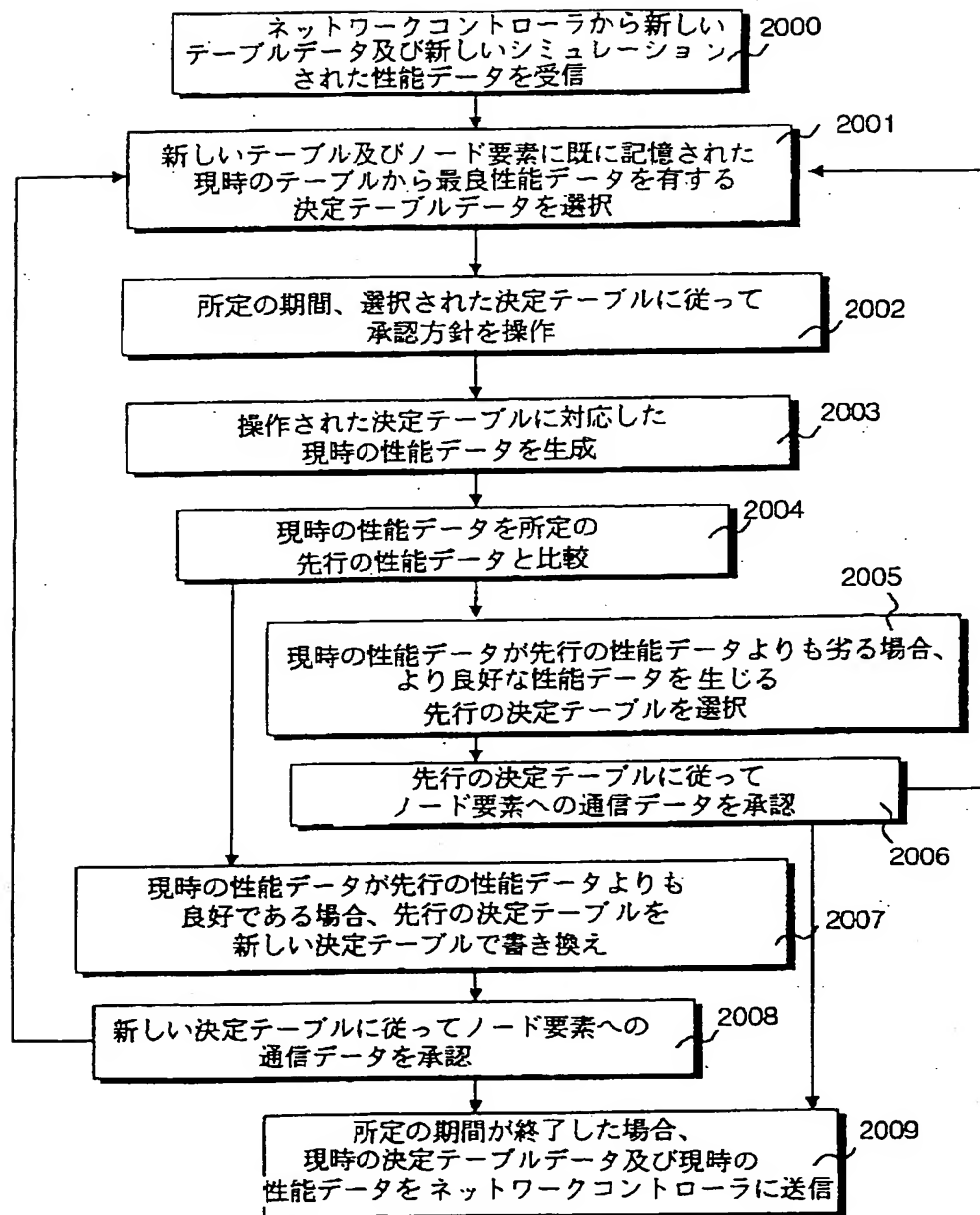


【図18】





【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 ティモシー イアン ジェームズ クラーク  
イギリス国、ハートフォードシャー、ソウ  
ブリッジワース、レッドリックス・レー  
ン、ウォーターワークス・コテージ 1

(72)発明者 アンソニー リチャード フィリップ ホ  
ワイト  
カナダ国、オンタリオ、ケイ1ジー 6ピ  
ー9、オタワ、ファーンデイル・アヴェニ  
ュー 352